This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

Chem 8999.00.3

Harvard College Library

FROM THE

DANIEL TREADWELL FUND

Residuary legacy from Daniel Treadwell, Rumford Professor and Lecturer on the Application of Science to the Useful Arts
1834–1845.

SCIENCE CENTER LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SALZBERGBAU-

UND

SALINENKUNDE

Digitized by Google

Digitized by Google

SALZBERGBAU-

UND

SALINENKUNDE

VON

F. A. FÜRER

KÖNIGLICH PREUSSISCHER BERGRAT UND SALINEN-DIREKTOR
ZU DÜRRENBERG

MIT 347 ABBILDUNGEN UND ZWEI KARTEN

BRAUNSCHWEIG

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN

1900

Digitized by Google

Chem 8944.55.3

HARVARD COLLEGE
SEP 18 1906
LIBRARY
Frederick Fund

Alle Rechte, namentlich dasjenige der Uebersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Digitized by Google

VORWORT.

Die vorliegende Salzbergbau- und Salinenkunde bildet eine Neubearbeitung des von *Bruno Kerl* verfafsten, im Jahre 1868 bei *C. A. Schwetschke u. Sohn* in Braunschweig erschienenen Grundrisses der Salinenkunde. Wie dieser gründet sie sich auf den Abschnitt Kochsalz in *Muspratts* technischer Chemie, der für die vierte Auflage im Jahre 1896 vom Verfasser in Verbindung mit *Ochsenius* neu bearbeitet ist. Der Stoff ist nach den zahlreichen Veröffentlichungen in den technischen Zeitschriften und unter Berücksichtigung der neueren Patente möglichst vervollständigt und in zwei Teile eingeordnet, von denen der erste Teil das Vorkommen, die Eigenschaften und Bildungsverhältnisse des Kochsalzes, der Soolen und Salzlagerstätten, Statistisches über die Salzgewinnung in den einzelnen Ländern, die Rechtsverhältnisse, die Verwendung und Besteuerung des Salzes, der zweite Teil die Gewinnung und Verarbeitung des Kochsalzes und der Mutterlaugensalze behandelt.

In dem Abschnitte über Salzbergbau ist das, was in das Gebiet der Allgemeinen Bergbaukunde gehört, unberücksichtigt geblieben und nur das, was für den Salzbergbau von besonderer Bedeutung ist, behandelt. Der Abschnitt über die Verarbeitung der Kalium- und Magnesiumsalze stützt sich auf den von *Kosmann* in *Muspratts* Chemie verfafsten entsprechenden Artikel (Abschnitt Kalium, erschienen im Jahre 1892), sowie auf *Pfeiffers* Handbuch der Kaliindustrie vom Jahre 1887 und soll nur einen allgemeinen Überblick über diesen Teil der Salztechnik geben.

Nur Weniges ist es, was der Verfasser aus eigener Erfahrung bieten kann; das was von Erfahrungen anderer Salinisten in den

Digitized by Google

zahlreichen Veröffentlichungen bekannt geworden ist, nimmt den gröfseren Raum ein, insbesondere hat auch die Preisschrift des jüngst verstorbenen *v. Balzberg* wesentliche Beiträge geliefert, so dafs der Charakter eines systematisch geordneten Sammelwerkes vorwiegt. In entgegenkommender Weise ist von einzelnen Fachgenossen Hülfe durch Erteilung von Auskunft und Beibringung von Material gewährt worden.

Da in salinistischen Kreisen eine neue Salinenkunde als erwünscht empfunden wurde, so darf zu hoffen sein, dafs das vorliegende Werk sowohl dem lernenden, als auch dem im Fache thätigen Salinisten willkommene Belehrung, Auskunft und Anregung bieten wird.

Dürrenberg, März 1900.

Fürer.

Digitized by Google

INHALTSÜBERSICHT.

Erster Teil.

Vorkommen, Eigenschaften und Bildungsverhältnisse des Kochsalzes, der Soolen und der Salzlagerstätten. Salzgewinnung in den einzelnen Ländern, Rechtsverhältnisse, Verwendung und Besteuerung des Salzes.

Seite

Einleitung 3

Bedeutung des Kochsalzes 3

Vorkommen 8

Im Meerwasser 9; Analysen 13. In der Luft, im Regen 14. In den Flüssen 14; Analysen 15. In Salzseen 16; Analysen 20. In den Gesteinen und Gebirgsformationen 21.

Eigenschaften des Steinsalzes 25

Analysen 29.

Eigenschaften der Salzlösungen und Soolen 28

Löslichkeit des Chlornatriums 30. Wärmebindung 32. Siedepunkt der Kochsalzlösungen 34. Gefrierpunkt 35. Wärmecapacität 36. Dichtigkeit 37. Lötigkeit, Grädigkeit 39. Soolgehaltstafel 40. Formeln für spezifisches Gewicht 45. Formeln für Gefrierpunkt, Siedepunkt, Sättigungsgrad 46. Formeln für Dichtigkeitsmaximum, Verdunstungsfähigkeit 47. Tafel über Verdunstungsfähigkeit 48. Formel für spezif. Wärme und Wärmeleitungsvermögen 50. Veränderungen der Raummenge und Dichtigkeit 51. Tafeln dazu 52. Raumveränderung bei Mischung und Auflösung 56. Tafel der spezifischen Gewichte bei verschiedenen Temperaturen 58. Salzgehalt natürlicher Soolen 61. Tafel dazu 63.

Eigenschaften der Soole aus Soolquellen 69

Bestandteile der natürlichen Soolen 70. Temperatur der Soolquellen 72. Gruppirung der Bestandteile 73. Analysen von Soolen 74. Einfluss der fremden Salze in den Soolen 76. Einwirkung von Kohlensäure 78. Salze im Trinkwasser 81. Verhalten der Nebensalze beim Verdampfen der Soole 83.

Eigenschaften des aus wässeriger Lösung gewonnenen Kochsalzes 93

Allgemeine Eigenschaften des Chlornatriums 101.

Die Kalium- und Magnesiumsalze 103

Geschichtliches über die Salzaufschlüsse 104. Werksanlagen und Bohrungen 116. Lagerung und Zusammensetzung der

Digitized by Google

Seite

Kaliumsalzlager 123. Das Stafsfurter Salzlager 130. Verzeichnis der Mineralien des Stafsfurter Lagers 150. Kaliumsalze in der Provinz Hannover 151. Kaliumsalze in Galizien und an anderen Orten 158.

Entstehung der Salzlager und Soolquellen 163

Ältere Ansichten 165. Entstehung der Salzlager nach *Ochsenius* 171. Verdunstungsergebnisse nach *Usiglio* 177. Betrachtungen über die Entstehung der Salzlager, insbesondere der europäischen 188.

Die wichtigeren Salzvorkommen und Salzgewinnungsstätten in den einzelnen Ländern der Erde, nebst statistischen Mitteilungen über Produktion und Absatz 200

Europa.

Deutschland: Steinsalzgewinnung 200. Verzeichnis der Salzbergwerke 211. Siedesalzgewinnung 212. Verzeichnis der Salinen 216. Salzproduktion 221. Ein- und Ausfuhr 230. Salzverbrauch im Zollgebiet 233. Konventionen, Syndikat 238.

Österreich mit Ungarn und Siebenbürgen: Salzkammergut 249. Galizien u. Bukowina 254. Ungarn 260. Siebenbürgen 262.

Bosnien und Herzegowina 267. Schweiz 267. Frankreich 268. England 270. Rufsland 272. Spanien 279. Portugal 280. Italien 281. Rumänien 285. Bulgarien 286. Serbien, Montenegro, Türkei 287. Griechenland 288.

Asien.

Asiatisches Rufsland 289. Asiatische Türkei 293. Persien 294. Buchara 295. Britisch-Indien 296. Hinterindien, China 299. Japan 300.

Afrika.

Marokko 300. Algerien, Tunis, Tripolis 301. Sahara, Ägypten 302. Westafrika 303. Südafrika 305.

Amerika.

Vereinigte Staaten von Nordamerika 305. Canada, Mexico 308. Südamerika 309.

Australien 310

Salzproduktion aller Länder 311

Rechtsverhältnisse 311

Salzmonopol 312. Berggesetze der einzelnen Länder 314.

Salzbenennung 321

Verwendung des Kochsalzes 322

Soda- und Glaubersalzbereitung §23. Chemische und Farbenfabriken 324. Thonwaarenfabrikation, künstliche Steine 324. Glasfabrikation, Schleifmittel, Hüttenprozesse 325. Eisenhütten, Maschinenfabriken 326. Härten von Stahlwaaren 327. Seifenfabrikation 327. Raffinerien von Ölen und Fettstoffen 328. Papierfabrikation, chemische Bleichereien 329. Schafwollwaarenfabrikation 329. Stoff-Färberei und -Druckerei 329. Lederfabrikation 330. Tiergedärme, Schiffbauereien 331. Eisbereitung, Auftauen von Eis 332. Feuerlöschzwecke 333.

Digitized by Google

Seite

Desinfektionsmittel 334. Nahrungsmittel 334. Tabak 335. Heilzwecke, Bäder 335. Reinigen von Brunnenwasser 337. Landwirtschaftliche Zwecke 338. Kaliumsalze als Düngemittel 339.

Die Besteuerung des Salzes und die Abgabe steuerfreien Salzes, des Viehsalzes und des Gewerbesalzes 346

Denaturirungsmittel 347. Steueraufsicht bei den Salzwerken 352. Vernichtung des Salzes, Salzbezug 355. Hinterziehung der Salzabgabe 358. Rückvergütung der Salzabgabe 359. Ertrag der Salzsteuer im Deutschen Reiche 360. Salzmonopol in Österreich 361. Salzpreise in Österreich 363. Salzbezug in Österreich 364.

Zweiter Teil.

Die Gewinnung des Kochsalzes, und zwar des Steinsalzes sowie der Kalium- und Magnesiumsalze und deren Aufbereitung, die Gewinnung der Soolen, des Salzes aus Seen, aus dem Meerwasser, aus Soolen. Die Verarbeitung der Kalium- und Magnesiumsalze und der Mutterlaugen. Die Analysirung der Salze und Soolen.

Die Gewinnung des Kochsalzes und der Mutterlaugensalze . 369

Gewinnungsarten 369. Geschichtliches 371. Allgemeines über das Verfahren der Salzgewinnung 372.

I. Die Gewinnung des Steinsalzes und der Kaliumsalze . . . 374

A. Das Aufsuchen und Aufschliefsen der Lagerstätte 374

Bohrbetrieb 374. Zufüllung der Bohrlöcher 378. Salzschächte 380.

B. Abbauverfahren 382

Abbau auf den Steinsalzlagern 382, auf den Stafsfurter Kaliumsalzlagern 389, zu Sondershausen 387, zu Erfurt 388, zu Heilbronn 389. Glockenbau in Siebenbürgen 391. Kammerbau in Galizien (Wieliczka) 391. Abbau in Rumänien 395.

Die Häuerarbeiten 395
Anwendung von Schrämmaschinen 399
Arbeitsgezähe 401
Bohr- und Sprengarbeit 406

Handdrehbohrmaschine von *Lisbeth* 407, von *v. Balzberg* 408, von *Staněk* und *Reska* 410, von *Ratschett* 411, von *Elliott* 412, von *Ulrich* 414, von *Bornet* 415, von *Steenaerts* 416, von *Thomas* 417, von *Heise* 417, von *Richard* 418. Hydraulische Drehbohrmaschine von *Cantin* 419. Mechanische Drehbohrmaschine von *Trautz* 420. Elektrische Drehbohrmaschine von *Siemens & Halske* 421. Elektrische Stofsbohrmaschine von *Siemens & Halske* 424.

Leistungen bei der Bohrarbeit 425. Sprengmittel 428
Förderung 430
Grubenwasser beim Salzbergbau 435

Digitized by Google

Seite

Wetterführung 436
Grubenwetter, schädliche 437

C. Aufbereitung des Steinsalzes und der Kaliumsalze 439

Salzmühlenanlage nach *Sauerbrey* 447
„ „ *Speyerer & Co.* 450
Probenahme 453
Schmelzen des Salzes nach *Lowton & Dodge* 453
Lecksteinbereitung 455
Elektrische Kraftanlagen 456

II. Die Gewinnung des Kochsalzes aus wässeriger Lösung . . 461

A. Die Salzlösungen 461
Die Gewinnung siedewürdiger Soole 462
Soolschächte, Soolbrunnen 467. Soolpumpen 468. Soolbohrlöcher 473. Verröhrung der Bohrlöcher 477.
Soole aus Steinsalz 482
Auflösung von Steinsalz in Meerwasser 487. Steinsalzbedarf zur Soolsättigung 489.
Aussoolung der Salzlager 489
Spritzverfahren zu Schönebeck 490
Soolgewinnung zu Bernburg 493
Sinkwerksbetrieb 495
Veröffnung der Sinkwerke 497. Perioden der Versiedung 500. Kontinuirliche Wässerung 501. Verdämmungsmaterial 503. Wehre 504. Wehrverschlufs zu Hall 509. Leistung des Sinkwerksbetriebes 510. Schachtwerke 511. Soolstandsmesser von *v. Balzberg* 512. Aufbewahrung der Sinkwerkssoole 513. Fortschritte im Sinkwerksbetriebe 514. Zusammensetzung der Sinkwerkssoole 516.
Leitung, Aufbewahrung und Ermittelung des Gehaltes der Soolen 518
Soolleitungen 518. Soolbehälter 521. Soolmessung 526. Bestimmung des Salzgehaltes 533. Soolproben 543.
Anreicherung (Veredelung) ärmerer Soolen 545
Anreicherung durch Steinsalz 545
„ „ Gradirung 546
Verschiedene Arten der Gradirung 547
Dorn- oder Tröpfelgradirung 550
Bauart der Gradirwerke 551. Belegung der Wände 557. Lage der Gradirwerke 560. Windkünste 560. Bedingungen für den Erfolg der Gradirung 562. Vorgänge beim Gradiren 564. Leistung der Gradirung 565.
Analysen von gradirten Soolen 568
Dornstein 569
Beispiele von Gradiranlagen 570
Kosten der Gradirung und der Steinsalzauflösung 573
Bedarf an Gradirwandfläche 578
Vergleich mit Gewinnung aus Soolbohrlöchern 579

B. Die Salzgewinnung 580
1. Gewinnung von Kochsalz aus Salzseen 580
Astrachan 581. Argentinien 583. Madagaskar 584. Sudan, Kapland 585.

Digitized by Google

Seite

2. Gewinnung von Kochsalz aus dem Meerwasser . . 587

Salzgärten 589

Südfrankreich 591. Spanien 596. Griechenland 597. Dalmatien und Istrien 598.

Geräte bei der Seesalzgewinnung 601
Bedingungen für Meersalinen 604
Gewinnung in Arabien 605
Vorgänge bei der Verdunstung des Meerwassers 606
Analysen von Seesalz 608
Reinigung des Seesalzes 609

3. Gewinnung von Kochsalz aus Soolen (Siedereibetrieb) 610

Die Einrichtungen im allgemeinen 610
Die vorkommenden Arbeiten 612
Produkte des Siedebetriebes 614
Analysen der Siedeprodukte 622
Vorgänge beim Salzsieden 629
Reinigung der Soolen 632

Die Ausführung der Arbeiten beim Salzsieden 637

Störperiode 637. Soggeperiode 641. Ausbrechen des Pfannensteines 645.

Grobsalzgewinnung 646
Trocknung des Salzes 650

Arten der Trocknung 653. Abtropfen, Ablecken des Salzes 655. Fahrbare Traufbühnen 657. Herdtrocknung 659. Hordentrocknung 662. Trocknung in Körben 664.

Formsalzbereitung 665

Dörrung der Stöckel, Füderl 668. Hurmanen in Galizien 673. Dörrkränze 674. Cylinderdarren 675. Kanaldarren 676.

Salzbrikettirung 678

Brikettpresse in Ebensee 679. Brikettpresse in Ischl 685. Verpackung der Brikette 687. Brikettirung in Holländisch-Indien 688. Erfordernisse für die Salzbrikettirung 689. Elektrische Wage von *v. Balzberg* 690.

Salzsieberei 692
Vermahlen von Siedesalz 694
Denaturirung des Siedesalzes 696
Magazinirung, Verpackung und Verladung 697
Verpackung in Holländisch-Indien 701
Leistung beim Siedebetriebe 702

Brennstoffverbrauch 703. Pfannenleistung im Salzausbringen 704. Pfannenleistung in der Wasserverdampfung 705. Arbeitsleistung 706. Wärmeaufwand 707. Tafel dazu 710. Leistung österreichischer Salinen 711.

Belegschaft der Salinen 712
Sonntagsarbeit auf Salinen 714

Die Betriebseinrichtungen der Salinen 718

Siedepfannen.

Pfannenarten 718. Gufseiserne Kessel 719. Frauenreuther Pfanne 720. Flachpfannen, Gröfse, Bauart 721. Material

Digitized by Google

Seite

der Pfannen 724. Versenkte Nietung 726. Pfannen in Soóvár 727. Pfannenborde 728. Zinkschutz bei Pfannen 731. Ausbessern der Pfannen 732.

Pfannenherd 734
Bildungsgesetz des gekrümmten Zuges 736
Tyroler Pfannen 739
Pfannenmantel 740
Eiserne Gerüste zu Pfannenmänteln 745
Brodenfang 746
Trockenpfannen 747
Feuerungen 752

Hochofenschlacke 752. Erdöl 753. Hochofengase 753. Planrost 754. Treppenrost 759. Pultofen 764. Gasofen 768. Halbgasfeuerung von *Heupel* 770. Vergleich zwischen den Befeuerungsarten 774. Gasfeuerung von *Callenberg* und *Fischer* 776.

Wärmeleistung und -verbrauch 777
Schornsteine 784

Einrichtung und Bau der Siedehäuser und Salinen . . . 785

Karl Theodor-Sudhaus in Traunstein 787. Siedehaus Bismarck in Schönebeck 788. Bauart der Siedehäuser 791. Sicherung der Arbeiter beim Siedebetriebe 795. Salinenanlage zu Heilbronn 796. Salinenanlage zu Schönebeck 797.

Dampfheizung, Dampfpfannen 797

Rohrdampfpfannen 800

Pfanne zu Meadowbank 801. Dampfpfannen in Nordamerika 804. Systeme der Dampfsiedung daselbst 806. Dampfpfanne von *Egestorff* 811.

Flammrohrpfannen 812

Kesselpfanne von *Fläschendräger* 814. Verbesserungen an Flammrohrpfannen 818.

Vorwärmer 821

Kastenvorwärmer 822. Röhrenvorwärmer 823. Wärmeverbrauch beim Vorwärmen 826.

Mechanische Salzaustragevorrichtungen 830

Rundpfanne von *Jump* 830, von *Shedlock* 833.

Krückvorrichtung von *Hammer & Davis* 835, von *Gutton* 837, von *Aimé-Comond* 838, von *Behne* 839.

Austragevorrichtung von *Vogl* 841, von *Schröcker* 841, von *Thelen* 842, von *Tedesco* 844, von *Schäffer & Budenberg* 844, von *Wilson* 846.

Mechanische Salztrocknung 847

Transportschnecken 847. Tellertrocknung 849. Tüchertrocknung 850. Trommeltrocknung 853. Salztrocknung zu Schönebeck 855. Centrifugen 860. Centrifugen mit selbstthätiger Austragung 865.

Mechanische Salzreinigung 868

Salzreinigung nach *Cranay* 869

Digitized by Google

Seite

Vorschläge und Versuche zur Verbesserung des Siedeverfahrens 870

A. Verdampfung mit Feuergasen.

Siedeapparat von *Werotte* 870. Abdampfpfanne von *Pohl* 871. Verdampfungseinrichtung von *Büttner & Meyer* 872, von *Strömer* 874, von *Köppen* 875, von *Courtois & van Roy* 876.

B. Verdampfung mit heifser Luft.

Verdampfungseinrichtung von *v. Balzberg* 877. Verdampfungseinrichtung der *National Salt and Chemical Company* in New Jersey 878.

C. Salzgewinnung durch Abkühlung 880

Nach *Cantenot* 880, nach *Frasch* 880, nach *Hirzel* 882, nach *Goddin* 886.

D. Mehrfache Verwendung des Sooldampfes, Verdampfung mit Vakuum 890

Verdampfungseinrichtung nach *Kefsler* 891
„ von *Peek* 892
Versuche von *Rittinger* 894
Verdampfungseinrichtung von *Schäffer & Budenberg* 899
„ „ *Piccard-Weibel* 901
Plattenerhitzer zur Dampfsiedung 907
Grobsalzvakuumpfanne von *Schäffer & Budenberg* 912
Verdampfungseinrichtung von *Pütsch* 915
„ „ *Vogl* und *v. Bechtolsheim* . . 918
Verfahren der Kaliwerke Aschersleben 919
Verdampfungskessel von *Knoop* 920
Verfahren von *Kolff* und *Vis* 922
„ des Salzwerkes Neustafsfurt 923
Verdampfungskessel von *Well* 923
„ „ *Pick* 925
„ „ *Kaufmann* 926

E. Besondere Methoden der Salzgewinnung.

Sonnensalzgewinnung nach *Buttenstedt* 926
Salzgewinnung nach *Kosmann* 927
Rotirender Ofen von *Gorgo* 929
Vorschläge zur Verbesserung des Siedebetriebes von *C. v. Balzberg* 931
Dampfsiedeeinrichtung nach *C. v. Balzberg* 935
Vorschläge zur Wärmeersparnis 941
Sooldämpfe als Maschinendampf 943
Wirkung der Salzlösungen auf Metalle und Schutzmittel gegen Rosten 946
Schutzmittel gegen Eisenrost 953

III. Die Verarbeitung der Kalium- und Magnesiumsalze und der Mutterlaugen 958

1. Die Verarbeitung der Kaliumsalze.

Verarbeitung von Carnallit 959

Auflösen des Rohsalzes 960. Abklären der Lauge 962. Krystallisiren des Chlorkaliums 964. Decken des Chlorkaliums 965. Trocknen des Chlorkaliums 967. Verpackung und

Digitized by Google

Seite

Verladung 970. Verarbeitung der Lauge 971. Bühnensalz 973. Verarbeitung des Löseschlammes 974.

Verarbeitung von Sylvinit und Hartsalz 976
Zusammensetzung der Produkte 977
Gewinnung von Chlormagnesium 978
„ „ Brom 979
Verarbeitung des Kieserits 981
Gewinnung von Bittersalz, von Glaubersalz 982
„ „ schwefelsaurem Kaliummagnesium . . . 985
„ „ „ Kalium 986
Kaliumdüngemittel 988

Entwickelung der Kaliumindustrie 989

Verkaufsbedingungen für Kaliumsalze 992

2. Die Verarbeitung der Mutterlaugen bei der Kochsalzgewinnung 994

Verarbeitung der Mutterlauge bei den Seesalinen 994
Verwertung der Mutterlauge bei den Sudsalinen 999. Mutterlaugenextrakt, Badesalz 1001. Magnesiumsalze 1003.
Verarbeitung von Pfannenstein 1004

Chemische Untersuchung der Zusammensetzung der Salze und Soolen 1005
Untersuchung von Steinsalz, Seesalz, Siedesalz 1007
Untersuchung der Soolen 1008
Bestimmung der Kohlensäure 1008, der Schwefelsäure 1008, des Chlors 1009, des Broms 1010, des Jods 1012, der organischen Substanz, des Rückstandes 1013, der Alkalien 1015.

Qualitative Untersuchung der Salzlösungen 1016
Bestimmung des Chlorkaliums in den Kaliumsalzen . . . 1019
Bereitung der Platinchloridlösung 1023

Nachträge 1025

Halloren. Jod im Meerwasser. Salz in der Seeluft. Wärmecapacität 1025. Gyps in Kochsalzlösung. Spezifisches Gewicht von Chlornatrium 1026. Entstehung der Salzlager. Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen nach *van't Hoff* 1027. Steinsalz in Bayern 1037. Frauenreuth. Gefährlichkeit des Salzbergbaues 1038. Deutsche Salinen. Salz im Deutschen Reiche 1039. Syndikat. Alpine Salzlager 1040. Salz in Österreich, in Bosnien, in der Schweiz, in Frankreich 1041. Salz in England 1042. Konvention in England. Salz in Transkaspien, in Persien 1044. Salz in China 1045. Salz in Japan, in Ägypten 1046. Salzrecht, Quellenschutz 1047. Salzregal, Salzverwendung, Salzabgabe, Befreiung 1048. Abgabe bei Salzproben. Salzbohrungen. Verdichtung von Bohrlöchern. Schachtbau zu Jessenitz 1049. Bergpolizei beim Salzbergbau 1050. Auslaugung von Salzlagern nach *Wolff*. Sprengarbeit. Grubenwasser. *Riedler*-Pumpen 1052. Vermahlen von Steinsalz. Mischapparat von *Kost* und *Geisler* 1053. Probenehmer von *Geisler* 1054. Elektrische Förderung 1056.

Digitized by Google

Seite

Bohrmaschine von *Heise*. Steinsalzauflösung zu Kaczyka. Sinkwerksbetrieb 1057. Auslaugung des Haselgebirges nach *Aigner*. Cementdämme 1058. Reinigung der Soole nach *v. Glenck*, *Kormann & Co.* Grobsalzgewinnung nach *Brandes*. Salzbrikettirung. Wärmeaufwand beim Sieden. Osensäule 1059. Treppenrostfeuerung. Salzgewinnung nach *Cantenot* 1060. Salzgewinnung nach *Kolff u. Vis*, nach *Pick*, nach *Kaufmann*. Verwendung von Aluminium. Verarbeitung von Kainit 1061. Salzzoll in Frankreich 1062.

Erläuterungen zur Übersichtskarte der Salzbergwerke und Salinen 1063

Übersicht der Schriften und deren abgekürzte Bezeichnungen . . . 1074

Sachverzeichnis 1080

Namenverzeichnis 1105

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN.

Erster Teil.

Figur Seite

1 Verteilung der salinischen Stoffe von *Rhodes Marsh* in Nevada . . 19
2 Salzkrystalle in Trichterform 94
3 Durchschnitt durch das Stafsfurter Lager 105
4 „ „ die Triasschichten bei Schönebeck 126
5 „ „ das Stafsfurt-Leopoldshaller Lager 127
6 „ „ „ Salzlager bei Westeregeln 129
7 Mineraleinschlüsse des Carnallits 134
8 Borazitknollen mit Einschlüssen 136
9 Ideales Profil der Leopoldshaller Kaliumsalzschichten 140
10 Lagerung der Kaliumsalze bei Aschersleben 142
11 Durchschnitt durch das Salzlager bei Neustafsfurt 149
12 „ „ die neuen Schächte bei Stafsfurt 152
13 „ „ das Lager bei Vienenburg 158
14 Idealer Durchschnitt durch das Salzlager bei Kalusz 161
15 u. 16 Schematische Darstellung der Bildung der Salzlager nach *Ochsenius* 176
17 u. 18 Desgl. 180
19 u. 20 Durchschnitte durch das Salzlager bei Hall in Württemberg . 208
21 u. 22 Durchschnitte durch den Salzstock bei Hallein 250
23 u. 24 „ „ „ „ „ Ischl 250
25 Durchschnitt „ „ „ „ Hall in Tyrol . . . 251
26 „ „ das Salzlager bei Wieliczka 257
27 „ „ „ „ „ Maros-Ujvár in Siebenbürgen 262
28 Desgl. nebst Darstellung des Abbaues 264
29 Lagerdurchschnitt und Abbau zu Deésakna 265
30 „ „ „ „ Thorda 266

Digitized by Google

Zweiter Teil.

Figur		Seite
31	Diamantbohrkrone mit Kernfänger von *Craelius*	375
32	Hohlbohrer mit Kernschutzhülse	377
33	Abbau auf dem Stafsfurter Steinsalzlager	383
34	„ „ „ Kaliumsalzlager zu Stafsfurt	384
35	Desgl.	386
36 u. 37	Desgl.	387
38	Bergemühle beim Stafsfurter Abbau	387
39	Abbau auf dem Salzlager zu Glückauf bei Sondershausen	388
40	„ „ „ Steinsalzlager zu Erfurt	389
41	„ „ „ „ „ Heilbronn	390
42 bis 45	Abbau auf dem Steinsalzlager zu Wieliczka	392
46 u. 47	Desgl.	392
48 u. 49	Abbau auf den Salzlagern in Rumänien	394
50	Streckenvortrieb in Wieliczka	396
51 u. 52	Gewinnung von Salzstücken mit Schrämmaschinen in Rumänien	399
53 bis 55	Doppelkeilhaue, Handfäustel, Meifselbohrer	401
56 bis 59	Treibfäustel, Hammerbeil, Nageleisen, Spurmafs	402
60 u. 61	Salzschaufel, Schneckenbohrer	403
62 bis 64	Krätzer, Stampfer, Sprengpatrone	404
65 u. 66	Keilhauen, Ablösekeile	405
67 u. 68	Fäustel, Spitzkeile in Wieliczka	406
69	Handdrehbohrmaschine von *Lisbeth*	407
70	„ „ *v. Balzberg*	408
71	„ „ *Staněk* und *Reska*	410 u. 411
72	„ „ *Ratschett*	412
73	„ „ *Elliott*	413
74	„ „ *Ulrich*	414
75 u. 76	„ „ *Bornet*	415 u. 416
77	„ „ *Steenaerts*	416
78	„ „ *Thomas*	417
79	„ „ *Heise*	418
80	„ „ *Richard*	418
81	Hydraulische Handdrehbohrmaschine von *Cantin*	419
82 u. 83	Elektrische Drehbohrmaschine von *Siemens & Halske*	421
84 u. 85	Desgl.	422
86 u. 87	Elektrische Förderhaspel	434
88	Backenquetsche	440
89	Glockenmühle	441
90	Steinmühle	442
91	Dissipator von *Sauerbrey*	443
92 u. 93	Dismembrator von *Speyerer & Co.*	444
94	Stufenmühle von *Kraus u. Debo*	445
95	Mahlwerk nach *Sauerbrey* in Stafsfurt	447
96	Glockenmühle von *Sauerbrey*	449
97	Mahlwerk des Salzwerkes Glückauf nach *Speyerer & Co.*	452
98	Salzaufbereitung nach *Lawton* und *Dodge*	454
99	Salzschmelzofen nach denselben	454
100	Salzwerksanlage Glückauf zu Sondershausen	460
101	Pumpenkolben	470
102	Kunstgestänge	472
103	Hubpumpe	473
104	Bohrlochspumpe	477

Digitized by Google

Figur		Seite
105	Soolpumpe der Clarence-Salzwerke	479
106	Soolbohrloch	481
107	Desgl.	482
108	Lösekasten für Steinsalz	484
109	Tonnenlaugerei zu Kossow	486
110	Spritzverfahren in Strecken	490
111 u. 112	Aussoolungskessel in Schönebeck	492 u. 493
113	Aussoolung des Steinsalzlagers in Bernburg	494
114	Der Ischler Salzberg	496
115	Veröffnung der Sinkwerke	498
116	Rollwehr	504
117	Ebenwehr	505
118	Sinkwerksanlage mit Rollwehr	505
119	„ „ Ebenwehr	507
120	„ „ Dürnberger Dammwehr	507
121	Berchtesgadener Doppelwehr	508
122	Älterer Wehrverschluſs zu Hall	509
123	Neuerer „ „ „	509
124	Schachtwerke nach *Schernthanner*	511
125	Differentialschwimmer von *v. Balzberg*	512
126 bis 128	Soolröhrenverbindungen	519
129	Hubpumpenausguſs	520
130	Soolbehälter	522
131 u. 132	Kubizirungseinrichtung von *Rollmann*	528
133	Kippgefäſs zur Soolmessung in Österreich	530
134	„ mit pneumatischem Aufstoſs	530
135	*Schlönbach*sche Soolwage	535
136	Glassoolwage	537
137	Soolwage mit Glasschwimmer	540
138	Hydrostatische Wage von *Mohr-Westphal*	542
139	Soolheber von *Brandes*	543
140	Doppelwandiges Gradirwerk	550
141	Einwandiges Gradirwerk, Colberger Bauart	551
142	„ „ *Borlach*sche Bauart	552
143	Tröpfeleinrichtung	555
144 bis 146	Geschwindstellungen	556 u. 557
147	Salzgärten in Südfrankreich	591
148	„ am Adriatischen Meere	598
149	Salzbeete daselbst	599
150	Windmühlenrad zum Sooleschöpfen	601
151a u. b	Pumpenkolben dazu	601
152	Wasserwurfschaufel	602
153 bis 155	Tretwage, Dammschlägel, Walze	608
156 „ 158	Schöpfer, Krücken, Filter	604
159	Salzmulden	604
160 bis 162	Dammschaufel, Schlammschaufel, Auffaſsbrettchen	604
163	Salzkrücken	639
164	Auswerfeschaufel	643
165	Pfannenhammer	646
166	Fahrbare Traufbühne	658
167	Salzkörbe	658
168	Hängebahnwagen	659
169	Salzschaufel	660
170	Wendekrücke	660

*

Digitized by Google

Figur		Seite
171 u. 172	Trockenhorden	662
173	Ausbärvorrichtung	665
174	Dörrpfiesel	669
175	Dörrkammern in Ischl	670
176	Heifsluftdörrkammern in Ischl	672
177a u. b	Stöckelform und Salzschlägel	674
178	Dörrgerüste	675
179	Cylinderdarren	676
180	Kanaldarren	676
181	Handbrikettpresse	679
182	Hydraulische Salzbrikettpresse in Ebensee	681
183a u. b	Hydraulische Salzbrikettpresse in Ischl	684 u. 685
184a bis c	Elektrische Wage von *C. v. Balzberg*	690 u. 691
185	Salzsieberei in Heilbronn	694
186	Salzsiebtrommel in Salzungen	695
187	Salzkegelmühle in Stotternheim	695
188	Salzsack für die Ausfuhr	698
189	Salzverpackung und Verladung in Dürrenberg	699
190 u. 191	Gufseiserne Kessel als Salzpfannen	720
192	Bärsack	724
193	Zusammensetzung der Pfannenbleche in Soóvár	728
194	„ „ „ „ England	728
195	Pfannenbordverbindungen	728
196 bis 198	Verbindungen und Versteifungen der Pfannenborde	728 u. 729
199	Pfannenbordversteifung in Schönebeck	730
200	„ „ Galizien	730
201	Wärmeschutz an den Borden in Galizien	730
202	Herdzüge in England	735
203a u. b	Pfannensteher	735
204 u. 205	Cirkulirherde	736
206 u. 207	„	738
208	Strahlenherd	738
209 u. 210	Verbindungen von Cirkulir- und Strahlenherd	738 u. 739
211 u. 212	Anordnung der Züge nach *Nöggerath*	739
213a u. b	Pfannenmäntel	741
214	Pfannenmantel in Dürrenberg	743
215	Spitzer Pfannenmantel mit Brodenfang	744
216	Flacher, freistehender Pfannenmantel in Schönebeck	744
217	Pfannenmantel zu St. Nikolas	744
218	„ „ Georgenhall	745
219	Herdzungen	748
220	Dampftrockenpfanne zu Schwäbisch-Hall	751
221	Pfannenheizung mit Hochofenschlacke	753
222 bis 226	Planrostfeuerungen	755
227 u. 228	„	756
229 u. 230	„ mit Doppelrost	756
231	Roststäbe zu Planrosten in Georgenhall	758
232	*Mörth*scher Planrost	758
233	Treppenrostfeuerung	760
234	„ zu Ebensee	761
235	„ auf österreichischen Salinen	762
236a u. b	Pultofen zu Ebensee	765 u. 766
237	Pultofen für Braunkohle nach *Hellmann*	767
238	Gasofen zu Aussee	769

Digitized by Google

Figur		Seite
239	Halbgasfeuerung zu Aussee von *Heupel*	770
240a u. b	Gasofen zu Berchtesgaden	771
241	Gasofen mit Kreuzbrennern in Ischl	772
242	„ für Holzbrand in Ischl	772
243	Gasfeuerung in Ischl	774
244	Anordnung der Betrieberäume in den Siedehäusern	785
245	Siedepfannen mit daneben liegenden Trockenpfannen	786
246	Anordnung der Pfannen zu Rosenheim	787
247	Pfannenanlage zu Traunstein	788
248	„ im Siedehaus Bismarck zu Schönebeck	789
249	Bedachung nebeneinander liegender Pfannen	791
250	Plan des Salzwerkes Heilbronn	796
251	„ der Saline und der Schachtanlage zu Schönebeck	797
252	Rohrdampfpfanne zu Winsford	801
253	„	802
254	Dampfpfannenanlage zu Saginaw	804
255	Rohrdampfpfanne zu Virginia	805
256	Dampfpfanne nach dem Grainersystem	807
257	Dampfentwickler nach dem Kanawhasystem	808
258	Dampfpfanne nach dem Kanawhasystem	809
259 u. 260	Flammrohrpfannen alpiner Salinen	813
261	Flammrohrpfanne im Saginawthale	813
262	Kesselpfanne von *Fläschendräger*	815
263 u. 264	Schutzbleche über Flammrohrpfannen nach *Neimke*	819
265	Sattelpfanne nach *Fiedler*	820
266	Flammrohrkessel des Salzwerkes Neustafsfurt	820
267a u. b	Einrichtung an Flammrohrpfannen von *Aug. Schulz*	820
268	Plattenvorwärmer in Ischl	823
269	Vorwärmkasten	824
270	Pfannenanlage mit Kastenvorwärmer in Galizien	825
271 u. 272	Pfannenanlage mit Röhrenvorwärmer in Galizien	826 u. 827
273	Röhrenvorwärmer in Reichenhall	828
274a u. b	Rundpfanne von *Jump*	831
275a u. b	„ „ *Shedlock*	834
276 u. 277	Krückvorrichtung von *Hammer & Davis*	835 u. 836
278	Krückvorrichtung von *Aimé Comond*	838
279	„ „ *Behne*	839
280	Austragevorrichtung von *Vogl*	840
281	„ „ *Schröcker*	841
282 u. 283	„ „ *Thelen*	843
284	Vorrichtung von *Striebeck* an den *Thelen*schen Pfannen	843
285	Austragevorrichtung von *Tedesko*	844
286	Kesselform nach *Zabel*	845
287a bis d	Trockenvorrichtung von *Büttner* und *Meyer*	848
288 u. 289	Tellertrockenvorrichtung in Schönebeck	849
290	Tüchertrockenvorrichtung in Inowrazlaw	851
291	Luftheizeinrichtung in Inowrazlaw	852
292	Trockentrommel nach *Mentzel*	853
293	„ „ *Fischer*	854
294	„ „ „	855
295	Salzverteiler	856
296	Salzfang bei Trockentrommeln	858
297	Trockentrommeln in Schönebeck	859
298	Pfannenanordnung im Siedehause Huyfsen zu Schönebeck	860

Digitized by Google

Figur		Seite
299	Durchschnitt durch das Siedehaus Huyfsen	861
300	Vortrockentrommel von *Fischer*	862
301	Centrifuge	862
302	Centrifugenanlage zu Inowrazlaw	863
303	Centrifuge mit selbstthätiger Austragung	866
304	Salzreinigungsvorrichtung nach *Thom. Cranay*	869
305	Verdampfungsofen von *Werotte*	871
306	Abdampfpfanne von *Pohl*	871
307	Verdampfungseinrichtung von *Büttner* und *Meyer*	873
308	Verdampfungseinrichtung von *Strömer*	874
309	„ „ *Köppen*	875
310	„ „ *Courtois & van Roy*	876
311a bis c	Verdampfungseinrichtung von *C. v. Balzberg*	878
312	Verdampfungseinrichtung von der *National Salt and Chemical Comp.* in New Jersey	879
313	Cirkulirpfanne von *Frasch*	881
314	Einrichtung zur Salzgewinnung nach *Hirsel*	884
315a u. b	Einrichtung zur Salzgewinnung nach *Goddin*	887
316	Verdampfungspfannen von *Kefsler*	891
317	Verdampfungskessel von *Peek*	893
318	Vakuumverdampfer von *Schäffer & Budenberg*	900
319a bis c	Vakuumverdampfer von *Piccard-Weibel*	903
320	Plattenerhitzer	907
321	Grobsalzvakuumpfanne von *Schäffer & Budenberg*	913
322	Verdampfungseinrichtung von *Pütsch*	916
323	„ „ *Vogl* und *v. Bechtolsheim*	918
324a u. b	„ „ *Knoop*	920 u. 921
325	„ des Salzbergwerks Neustafsfurt	923
326	„ von *Well*	924
327	„ „ *Pick*	925
328	„ „ *Kaufmann*	925
329 u. 330	Entwurf zu einer Siedeanlage nach *C. v. Balzberg*	934 u. 935
331	Soolverdampfungskessel für Maschinendampf	945
332 bis 334	Lösekessel für Carnallit	961 u. 962
335	Senkheber	964
336	Siebschaufel	965
337	Krystallisirkasten für Chlorkalium	965
338	Deckgefäfs	966
339 bis 341	Trockenpfanne von *Thelen*	968 u. 969
342	Kalzinirofen	969
343 bis 345	Verdampfpfannen für Lauge	972
346	Filterpresse	974
347	Probenehmer von *Geifsler*	1055

Übersichtskarte der Salzbergwerke und Salinen bei Seite . . . 1072

Digitized by Google

Abgekürzte Bezeichnungen.

Mafse.

m, *cm*, *mm*, *km*, *qm*, *qmm*, *cbm*.	*hl* = Hektoliter.
cbkm. = Kubikkilometer.	*ha* = Hektar.
cbf, *Kbffs*. = Kubikfufs.	*Rm*. = Raummeter = 1 *cbm*.

Gewichte.

g = Gramm.	*t* = Tonne.
kg = Kilogramm.	*ts* = *tons* (engl.) 1016,06 *kg*.
mg = Milligramm.	*Ctr*. = Zentner = 50 *kg*.
μg = $^1/_{1000}$ Gramm.	*Pfd*. = Pfund = $^1/_2$ *kg*.

Münzen.

fl. = Gulden (Florin).	£ = Pfund Sterl. (Sovereign).
Frcs. = Francs.	*Mk*. = Mark.
Krz., *kr*. = Kreuzer.	*Pf*. = Pfennig.
Kop. = Kopeken.	$, Doll. = Dollar.

Sonstige Abkürzungen.

a. a. O. = am angegebenen Orte (vorher bezeichn. Litteraturstelle).	Min. = Minuten.
a. f. S. = auf folgender Seite.	*Mol*. = Moleküle.
a. v. S. = auf voriger Seite.	Nr. = Nummer.
Akt.-G. = Aktiengesellschaft.	Not. = Notiz.
Atm. = Atmosphären.	*Pzt*. = Prozent.
°*B*. = Grad Beaumé.	*pzt*. = prozentige.
B.-G. = Bohrgesellschaft.	°*R*. = Grad Réaumur.
Br. = Breite.	*Rtle*. = Raumteile.
Kal. = Kalorien.	Rgbz. = Regierungsbezirk.
°*C*. = Grad Celsius.	*Sek*. = Sekunden.
D. R.-P. = Deutsches Reichspatent.	s. S. = siehe Seite.
ebend. = ebendaselbst.	*spezif. Gew*. = spezifisches Gewicht.
ff., u. f. = und folgende.	Stck. = Stück.
Fig. = Figur.	Tl., Tle., Tln. = Teil, Teile, Teilen.
Gew. = Gewicht.	u. a. = und andere.
Gew. = Gewerkschaft.	u. s. w. = und so weiter.
Kl. = Klasse.	v. J. = vom Jahre.
L. = Länge.	W.-E. = Wärmeeinheiten (Kalorien).
lfd. = laufende.	z. B. = zum Beispiel.

Digitized by Google

Berichtigungen.

Seite	Zeile		statt	ist zu lesen
112	10	von unten	Oschersleben	Aschersleben
188	7	„ „	aber	eben
188	13	„ „	müfste	mufste
198	24	„ oben	Ural-	Aral-
201	16	„ „	Rheinhausen	Rheinfelden
206	19	„ „	Beensenlaublingen	Beesenlaublingen
258	10	„ „	Kaczynka	Kaczyka
259	15	„ „		
268	8	„ „	Glenk	Glenck
288	18	„ „	Minos	Milos
300	1	„ „	Petscheli	Petschili
475	2	„ unten	Kasten	Karsten
510	2 u. 15	von unten .	Schernthaner	Schernthanner
511	6	von oben		
538	1	„ unten	Revista technica	Rivista tecnica
670	18	„ oben	des Salzes	des nassen Salzes
724	16	„ unten	Stichpfanne	Stichflamme
871	Seitenüberschrift	. .	Werrotte	Werotte
958	18	von unten	Damaralack	Dammarlack
1102	32	von oben	851	581
1124	20	„ „	Wolf	Wolff

218 Unter den Salinen ist noch aufzuführen: Rodenberg, südlich von Nenndorf, Kreis Rinteln, Provinz Hessen-Nassau.

Digitized by Google

Salzbergbau- und Salinenkunde.

Erster Teil.

Vorkommen, Eigenschaften und Bildungsverhältnisse des Kochsalzes, der Soolen und der Salzlagerstätten. Salzgewinnung in den einzelnen Ländern, Rechtsverhältnisse, Verwendung und Besteuerung des Salzes.

Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung.

Die Salzbergbaukunde beschäftigt sich mit der Gewinnung des Steinsalzes und der mit diesem auf derselben Lagerstätte vorkommenden Salze, der sogenannten Kali- und Magnesiasalze (Abraumsalze), und zwar mit deren Aufsuchung, bergmännischen Gewinnung und Aufbereitung zur Erzielung absatzfähiger Produkte. Die Salinenkunde beschäftigt sich mit der Gewinnung des Kochsalzes aus wässeriger Lösung, und zwar mit der Aufsuchung und Gewinnung siedewürdiger Soolen und der Gewinnung des Salzes aus natürlich vorkommenden oder künstlich bereiteten Salzlösungen und den sich daran knüpfenden Arbeiten zur Erzielung absatzfähiger Produkte. Insofern als die Salinenkunde sich auch mit der Aufsuchung und Gewinnung von Salzsoolen befafst, berührt sie das Gebiet der Bergbaukunde. Die Gewinnung des Kochsalzes aus bergmännisch gewonnenen Soolen wird man übrigens auch als eine besondere Art der Aufbereitung der Produkte des Salzbergbaues ansehen können, insofern als erst durch die Versiedung der Soolen oder die sonst gebräuchlichen Arten der Salzgewinnung Handelsprodukte erzielt werden. Die Verarbeitung der Kali- und Magnesiasalze, aufser der einer mechanischen Aufbereitung, fällt in das Gebiet der chemischen Industrie und kann, insofern als es sich um die Gewinnung von Stoffen handelt, die zwar in den Rohprodukten vorhanden sind, aber nur durch chemische Umsetzungen gewonnen werden können, nicht mehr als einfache Aufbereitung angesehen werden.

Bei der engen Verbindung, in der die Verarbeitung der Kali- und Magnesiasalze mit dem Salzbergbau einerseits und mit dem Salinenbetrieb (Gewinnung aus den Mutterlaugen der Salinen) andererseits steht, ist eine Anreihung an die Salzbergbau- und Salinenkunde zweckmäfsig.

Bedeutung des Kochsalzes.

Das Hauptprodukt des Salzbergbaues und des Salinenbetriebes ist das Kochsalz (Chlornatrium) mit der chemischen Bezeichnung *Na Cl*, in der Regel auch schlechtweg Salz genannt, da es der Typus dessen ist, was man als salzig bezeichnet.

Kochsalz ist die allgemeine Bezeichnung für das Chlornatrium. Es ist das zu Küchenzwecken geeignete, beim Kochen der Speisen oder zu sonstigen Speisezwecken verwendete Salz, zum Unterschied von

Digitized by Google

Salzen anderer chemischer Zusammensetzung. Falsch ist es, die Bezeichnung Kochsalz nur auf Siedesalz, als das durch Kochen gewonnene Salz beschränken zu wollen, wie man denn mitunter in Statistiken Kochsalz im Gegensatz zu Steinsalz aufgeführt findet. Auch Steinsalz ist Kochsalz, d. h. Chlornatrium. Deshalb lautet auch der Titel des ersten Teiles des Lehrbuches der Salinenkunde von Karsten[1]): „Ueber das Vorkommen und die Gewinnung des Kochsalzes auf der Oberfläche der Erde."

Insofern als das Kochsalz zu Speisezwecken verwendet wird, rechnet man es als Würze der Speisen zu den Genufsmitteln. Es ist indessen nachgewiesen, dafs es eine grofse Bedeutung für die Ernährung hat und deshalb, wenn auch nicht als Nahrungsmittel unmittelbar, d. h. als Stoffbildner für den menschlichen oder tierischen Körper, so doch als mittelbares Nahrungsmittel oder besser als Vermittler der Ernährung anzusehen ist[2]).

Das Salz findet sich mehr oder weniger in fast allen organischen Körpern, in den meisten Pflanzen, im Fleische, im Blutplasma, in den Knorpel- und Knochengeweben. Indem es die Diffusionsvorgänge im Organismus beeinflufst, fördert es die Verdauung und die Stoffaufnahme, nimmt es teil an dem Zellenbildungsprozefs. Es ist ein Hauptförderer der Bewegung der Flüssigkeitsmassen im Organismus und liefert die Salzsäure des Magensaftes[3]) und das Natrium der Galle. Mehr als 10 *Prozent* seines Körpergewichtes braucht der Mensch jährlich an Chlornatrium.

Erfahrungsgemäfs bedarf der Mensch bei der Lebensweise der Kulturvölker etwa 7,5 *kg* Kochsalz, die dem Organismus zugeführt werden müssen[4]). Die Entziehung des Salzgenusses ist eine der gröfsten und quälendsten Entbehrungen, die der Mensch nur vorübergehend ertragen kann und die nicht ohne Nachteil für die Gesundheit ist. Da rohes Fleisch eine gröfsere Menge Salz enthält, von dem es beim Kochen einen Teil verliert, so kann man bei Fleischnahrung allerdings zeitweise ohne Salz leben.

---

[1]) *Dr. C. J. B. Karsten*, Lehrbuch der Salinenkunde, Berlin, Verlag von *G. Reimer*, 1846.

[2]) Zu vergl. *Dr. med. Hans Koeppe*, Die Bedeutung der Salze als Nahrungsmittel. Vortrag, gehalten zur 68. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Frankfurt a. M. Gieſsen, *J. Ricker*'sche Buchhandlung, 1896. Sowie: *Gesundheit*, Zeitschr. f. öffentl. u. private Hygiene: Die Bedeutung der Salze für den menschlichen Organismus (*Dr. med. H. Hughes*), Jahrg. 1897, 22, 1.

[3]) Bei der Zersetzung des Chlornatriums im Magen nimmt die freie Salzsäure den Weg gegen die Magenhöhlung, das Alkali schlägt die Richtung gegen den Blutstrom ein. Die Salzsäure erleichtert die Umwandlung von Stärke in Zucker.

[4]) Uebrigens ist die Behauptung aufgestellt worden, dafs diese Menge Chlornatrium dem Körper schädlich sei und bedeutend vermindert werden müsse. Zu vergl. *A. Woeikoff*, Verhandl. d. Ges. f. Erdk. 1895, S. 676.

Digitized by Google

Als Bestandteil des Blutes ist Kochsalz im Serum, d. h. Blutwasser, aufgelöst. Der Gehalt des Serums an Salzen ist 0,85 *Prozent*, wovon Kochsalz der Hauptbestandteil ist. Im Blute des Menschen sind 4,82 *Promille* Kochsalz enthalten. An Stelle der Transfusionen leistet eine Chlornatriumlösung bessere Dienste als Blut. Kochsalz regt die Sekretion der Verdauungssäfte an, steigert den Appetit durch unmittelbare Reizung der Nerven in der Magenschleimhaut, unterstützt die Peptonisirung und Tryptonisirung der Eiweifskörper und befördert deren Resorption, d. h. Überführung in die Körpersäfte. Die Milch, das vollkommenste Nahrungsmittel, enthält Kochsalz, und zwar Kuhmilch 0,06 *Prozent*, Ziegenmilch 0,065 *Prozent*. Das Wasser, das Vogelei, die Butter, das Fleisch, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, Obst, Salat, Brot. Wein, Bier enthalten Kochsalz.

Auch die Nahrung der Tiere ist reich an Kochsalz. Es findet sich im Stroh, Klee, Wiesenheu, Kraut, in den Süfsgräsern, den Wicken, Wurzeln und Möhren. Der sorgfältige Viehwirt kennt den Unterschied zwischen salzarmem und salzhaltigem Futter und ist darauf bedacht, etwaigen Mindergehalt des Futters durch Kochsalzbeigaben auszugleichen. Ein Sprichwort behauptet: Ein Pfund Salz macht ein Pfund Schmalz. Jäger wissen, dass das Hochwild weither Stellen aufsucht, wo ihm salzhaltiges Gestein Gelegenheit zum Salzlecken bietet. Zugleich ist das Salz für das Viehfutter, namentlich für nicht völlig getrocknetes Heu, ein gutes Konservirungsmittel (1000 *Tln.* Heu werden etwa 2 *Tle.* Salz beigemischt.)

Also nicht nur als Beigabe zur menschlichen Nahrung, sondern auch als Beigabe zum Viehfutter und Wildfutter (Jagdsülzen) ist das Kochsalz von grofser Wichtigkeit.

Beim Ackerbau macht die Gegenwart von Chlornatrium im Boden unter Umständen andere mineralische Bestandteile löslich und für die Gewächse aufnahmefähig, woher sich seine Anwendung als Düngemittel in sehr salzarmem Lande erklärt. Jedoch ist zu berücksichtigen, dafs das unmittelbar und besonders in festem Zustande mit den Pflanzen in Berührung kommende Salz deren Keimkraft zerstört und den Boden unfruchtbar macht. Es wird deshalb zur Zerstörung von Moos und Unkraut angewendet. Nach *Gasparin* enthält z. B. der Erdboden im Rhônedelta, auf dem Getreide gut gedeiht, nur 0,02 *Prozent* Seesalz. Steigt der Gehalt über diese Grenze, so kommen auf dem Boden, in dem aller Graswuchs verschwindet, nur noch Meerespflanzen fort, und auch diese nicht mehr, wenn der Salzgehalt auf 0,05 *Prozent* steigt. Dagegen wird nach den Untersuchungen von *Eichhorn* und *Francke* unter gewissen Umständen Kochsalz im Boden als Dünger mittelbar entweder dadurch günstig wirken, dafs es für die Ernährung vorteilhafte Bestandteile (Kalksalze, Phosphate, Kalisilikate) in löslichen Zustand überführt und die Bewegung der Nährstoffe im Boden fördert, oder dafs es, mechanisch wirkend für die Ernährung der Pflanzen, nützliche

Digitized by Google

Bestandteile, die als Dünger auf die Oberfläche des Bodens gebracht und von diesem schnell aufgenommen werden, befähigt, tiefer in den Boden einzudringen, um dann besonders solchen Pflanzen zur Nahrung zu dienen, die lange Wurzeln haben oder in tieferen Teilen des Bodens wachsen, wie Rüben, Spargel. Die Bodenbeschaffenheit mufs dabei besonders beachtet werden. Bei einem fetten, mit festen Nährstoffen reichlich versehenen Boden hat das Salz eine günstige Wirkung, indem es die Nährstoffe löslich macht und verteilt, und dann um so mehr, je tiefer die Wurzeln sind. Bei einem mageren, sandigen und durchlässigen Boden dagegen, besonders wenn man Salz allein anwendet, nimmt es zu viel von den vorhandenen Nährstoffen mit in die Tiefe, was für Pflanzen mit kurzen Wurzeln ein Nachteil ist. Mit den Sämereien zusammen darf man das Salz nicht anwenden, da diese sonst, wie bemerkt wurde, die Keimkraft verlieren. Wird es einen oder mehrere Monate vor dem Aussäen auf den Boden ausgestreut, so thut es gute Dienste; bei sehr fruchtbarem Boden kann man es schon im Herbste für die Frühjahrsbestellung in den Boden einbringen. Bei magerem Boden darf man zwischen dem Einstreuen des Salzes und der Aussaat nicht so lange Zeit verstreichen lassen. Jedenfalls mufs aber auch dann erst abgewartet werden, dafs das Salz durch den Regen hinreichend tief in den Boden geführt und verteilt worden ist, damit es den Saatkörnern nicht mehr schädlich werden kann.

Also auch für die Pflanzendüngung hat das Kochsalz eine, wenn auch beschränkte Bedeutung. In dieser Beziehung überwiegt die Bedeutung der Kalisalze, die hierbei die erste Stelle einnehmen und den Pflanzen den wertvollen Nährbestandteil Kalium zuführen. Mit ihnen wird, ob sie nun in rohem Zustande als gemahlene Salze, oder in einer durch die chemische Verarbeitung erreichten Form, wobei sie mit Chlorkalium angereichert sind, verwendet werden, immer auch einiges Chlornatrium dabei dem Boden zugeführt, wo dann beide Salze die nützlichen mechanischen Wirkungen ausüben können, die oben vom Chlornatrium genannt worden sind. (Weiteres beim Abschnitt Kalisalze.)

Eine hervorragende Bedeutung hat das Kochsalz im Gewerbe und in der chemischen Industrie. Kochsalz ist der Rohstoff für die Gewinnung des Glaubersalzes, der Soda, des Chlors, des Salmiaks, des Chlorkalks, der Salzsäure. Es dient zum Glasiren des Steinzeugs, findet Verwendung in der Färberei, Druckerei, Gerberei, Seifensiederei, in der Tabaksindustrie, zu Kältemischungen, zum Auftauen des Eises, bei Hüttenprozessen und in der Probirkunst, zur Chlorirung von Metallen zum Zwecke der Metallextraktion, zum Konservieren von Nahrungsmitteln, von Holz und anderem.

Auch für mechanische Zwecke benutzt man Salzlösungen. Feinkohlen schwimmen in Laken von einem gewissen Konzentrationsgrade, während die ihnen beigemengten spezifisch schwereren Schiefer-

Digitized by Google

stückchen untersinken, also leicht abgeschieden werden können. Behandelt man ölartige, zerkleinerte Sämereien und dergleichen mit einer kochenden Chlornatriumlösung, so nimmt diese alle löslichen Pflanzenstoffe auf, und man erhält, wenn man die Mischung abpreſst, über dem Salzwasser sogleich ein sehr reines Öl, frei von Pflanzenschleim und Eiweifs.

Die Bedeutung des Salzes für den menschlichen Genufs machte es, wie aus den ältesten Zeiten bekannt ist, zu einem wichtigen Besitzgegenstande. Aus dem unabweislichen Bedürfnisse nach Salz sind oftmals Kriege zwischen Salz entbehrenden und Salz besitzenden, dieses aber verweigernden Völkerschaften entstanden. Bei den Germanen waren Soolquellen heilig, und die Streitigmachung ihres Besitzes galt als eine gerechte Ursache zum Kriege. Blutige, fast zur Vernichtung führende Kämpfe führten die Stämme der Chatten, später der Burgunden und Alemannen um den Besitz guter Salzquellen, und noch jetzt kommen im Inneren Afrikas, wo Salzstücke ein Zahlmittel bilden, Kämpfe um das Salz vor. In Abessinien gelten 30 Steinsalztäfelchen (*Amulié*), 20 × 6 *cm* grofs, als Scheidemünze für einen *Marien-Theresien-Thaler* (4,20 *Mk.*).

Bei fast allen Völkern wurde das Salz in ältester Zeit als ein Symbol für Sitte und Treue und Gastlichkeit gebraucht, ja fast für heilig gehalten. Nach den Mitteilungen des Alten Testamentes schlofs Gott mit den Menschen einen unauflöslichen Salzbund (2. *Chron.* 13, 5), alle Opfer bei den Israeliten mufsten nach mosaischem Gesetze gesalzen sein. Bei den Griechen gehörten Bohnen und Linsen mit Salz gemischt zu den Reinigungsopfern. Bei den griechischen Göttern und deren Mahlen erscheint das Salz eigentümlicher Weise als verpönt, und (hiermit im Zusammenhange) auch bei den Hexengelagen im Mittelalter war es ausgeschlossen. Über eine Stätte, die verflucht worden war, wurde Salz gestreut, zum Zeichen, dafs fortan nichts mehr darauf wachsen sollte, da ja stark salziger Boden unfruchtbar ist. *Homer* nennt es jedoch „göttlich“. Brot und Salz reichte man dem Sieger als Zeichen der Unterwerfung. Die Römer liefsen sich damit Abgaben entrichten, zahlten damit Staatsgehälter, woher die noch heute geltende Bezeichnung *salair* (*salarien*) für Gehalt, der Sold, die Besoldung kommt. Eine nach Rom führende Strasse hiefs *via salaria*. Salz mufste in besonders reinen Gefäfsen aufbewahrt werden, es zu verschütten, hütete man sich, das galt als böses Vorzeichen und bedeutete Streit. *Horaz* sagt: „Lebe mit Wenigem, sorge aber, dafs auf deinem Tische das väterliche Salzfafs glänzt.“ Ungesalzen heifst, was ohne Witz und Würze ist. Das attische Salz der Griechen ist noch heute geflügeltes Wort.

Als Symbol der Treue und Unterwerfung bringen noch jetzt alljährlich zum Neujahrstage die Halloren der Stadt Halle dem Deutschen Kaiser Salz als Gabe dar.

Da Salz auch in alter Zeit ein wertvoller Handelsartikel war, so ist seine Benennung in den verschiedenen Sprachen verwandt: griechisch

Digitized by Google

ἅλς, lateinisch *sal*, gothisch *salt*, slavisch *soli*, irisch *salan*, cambrisch *halen* [1]).

Vorkommen.

Das Kochsalz ist wohl in fast allen festen und flüssigen Teilen der bekannten Erdrinde gegenwärtig. Als nutzbares Mineral kommt es vor als festes Steinsalz in krystallinischer oder krystallinisch-körniger Beschaffenheit, zusammenhängende mächtige Lager bildend, oder in Stöcken in anderen Gebirgsmassen eingelagert, oder auch als mehr lockere und jüngere Bildung an der Erdoberfläche als Ausblühung und Rückstand von Salzwässern: als Erdsalz, Steppen- und Wüstensalz, oft mit Thon und Sand vermengt, und ferner in wässeriger Lösung im Meere, in salzigen Seen, Flüssen und Quellen.

Geringe Mengen finden sich in älteren (plutonischen) und jüngeren (vulkanischen) Eruptivgesteinen. Dies beweist die isomorphe Sodalithreihe der Silikate; auch schwefelsaure Salze kommen in diesen seltenen Silikaten als wesentliche Bestandteile vor. Verschiedene andere Silikate schliefsen ebenfalls etwas Chlor ein, z. B. Lithionglimmer vom Ural 1 bis 1,3 *Prozent*, Hornblende bis 0,24 *Prozent*; auch Skapolithe sind nicht selten chlorhaltig. *Pfaff* fand in einem schwedischen Granit gegen 0,2 *Prozent* Chlornatrium, *Struve* fand es in dem von Karlsbad u. dergl. Im allgemeinen sind jedoch die aus granitischen Gesteinen hervorquillenden Wässer frei von Chlornatrium, wie aus den Untersuchungen von *Ch. Cloëz* [2]) hervorgeht.

Mit Ausnahme des granitischen Grundgesteines scheinen jedoch alle Erdschichten von Salz mehr oder weniger durchdrungen zu sein, und die bei Analysen gefundenen Mengen Chlor entsprechen fast immer der des Natriums in der Verbindung von Chlornatrium. Die aus Graniten kommenden Wässer lassen dagegen mehr Kali erkennen, als die aus sedimentären Bildungen.

Auch die Primitivgruppe der archäischen Gesteine, die Gneise, die sich vom Granit nur durch ihre Struktur unterscheiden und den Erdball in starker, wohl an 30000 *m* dicker Schale umspannen, entbehren nicht ganz des Chlornatriums, selbst da nicht, wo die Annahme einer späteren Infiltration ausgeschlossen erscheint.

---

[1]) *Meyn*, Das Salz im Haushalte der Natur, Leipzig 1857.
Hellmann, im Berggeist 1871, Nr. 1.
Quenstedt, Klar und Wahr, Tübingen 1872, S. 225.
V. Hehn, Das Salz, eine kulturhistorische Studie, Berlin, Borntträger, 1873.
A. Schmidt, Das Salz, Leipzig 1874, S. 3.
Möller, Ueber das Salz in seiner kulturhistorischen und naturwissenschaftlichen Bedeutung, Berlin 1874.
Schleiden, Das Salz, Leipzig 1875.
Berg- und Hüttenmännische Zeitung von *Kerl* und *Wimmer* 1893, S. 261, „Das Salz der Erde und des Meeres".

[2]) *Compt. rend.* 94, 41.

Digitized by Google

Von den ältesten Sedimentgesteinen über der archäischen Gruppe, den cambrischen Schiefern und Konglomeraten mit deutlichen Petrefakten an bis zu den jüngsten Schichtenbildungen hin zeigen sich in mehr oder weniger starker Entwickelung Salzablagerungen, die, wie heutiges Tages nicht mehr bezweifelt wird, auf die Ausscheidungen aus wässeriger Lösung, in erster Linie aus dem Meerwasser, ihre Entstehung zurückführen lassen.

Das Meerwasser.

Einer der wichtigsten Salzspeicher ist das Wasser der Oceane. Nach *Helmhacker*[1]) befinden sich in 1000 *Tln.* Meerwasser an festen Bestandteilen:

Chlornatrium	26,70
Chlormagnesium	3,22
Chlorkalium	1,29
Bromnatrium	0,42
Schwefelsaures Magnesium	1,97
Schwefelsaures Calcium	1,63
Sonstiges	0,04
	35,27

In letzterem sind gewöhnlich nachzuweisen:

Kohlensaures Calcium	0,0171
Kohlensaures Natrium	0,0141
Eisenoxyd	0,003
Jodnatrium oder Jodmagnesium	0,0024

außerdem geringe Mengen aller anderen Elemente, von denen ja sämmtlich Verbindungen vorkommen, die in salzigem Wasser löslich sind. Davon sind viele in den Kesselsteinen der Seedampfer, den Aschen der Meerespflanzen u. a. nachweisbar. Das Verhältnis von Chlor zu Brom und Jod läfst sich annähernd durch die Zahlen 100 : 1,7 : 0,01 ausdrücken, das Verhältnis: Salzmenge zu Chlor ist 1,834 zu 1.

Roth[2]) giebt, auf ältere Analysen *Forchhammers* fufsend, in 34,404 *Tln.* Salzgehalt folgende Bestandteile an:

Chlornatrium	26,862	
Chlormagnesium	3,239	
Chlorkalium	0,582	
Bromnatrium	—	
Schwefelsaures Magnesium	2,196	
Schwefelsaures Calcium	1,350	
Rückstand	0,070	
	34,299	Differenz gegen 34,404 = 0,105.

Verhältnis: Salzmenge zu Chlor = 1,811 zu 1.

[1]) *Chem. Centralbl.* 1874, S. 539, 556, 570.
[2]) *Chem. Geol.* 1, 493.

Digitized by Google

Fr. Toula[1]) giebt nach *Schmidt* etwas andere Zahlen für die Verteilung der Salze, nämlich:

Chlornatrium	27,54	
Chlormagnesium	3,39	
Chlorkalium	0,63	
Bromnatrium	0,08	(bezw. Brom-magnesium 0,07)
Schwefelsaures Magnesium	2,29	
Schwefelsaures Calcium	1,30	
Sonstiges	0,04	
	35,27	

Verhältnis: Salzmenge zu Chlor = 1,805 zu 1.

Die Hauptsalze des Meeres sind in den verschiedenen Meeresteilen, wenn man die Proben weit vom Lande weg nimmt, in annähernd gleichen Verhältnissen vorhanden. Das Kochsalz bildet über $^3/_4$ des Verdampfungsrückstandes und ist die Ursache des ausgeprägt salzigen Geschmackes, während Magnesiumverbindungen einen unangenehmen bitteren Beigeschmack erzeugen. Der Gehalt an Chlormagnesium mit etwas vorhandenem Chlorcalcium ist die Ursache, dafs alles, was mit Seewasser befeuchtet gewesen ist, wasseranziehend wird.

Ein *Liter* Seewasser wiegt je nach dem Salzgehalte 1024 bis 1028 *Gramm*, chemisch reines Wasser bei 4° 1000 *Gramm*. Setzt man das spezifische Gewicht 1,024 bis 1,028 = s, so läfst sich nach der Erfahrungsformel 1310 (s — 1) der Salzgehalt p in Tausendteilen (1 Tl. auf 1000 Gewichtstle.) finden, alles auf chemisch reines Wasser bezogen. Für die Zurückführung des bei einer gemessenen Temperatur durch Aräometer bestimmten spezifischen Gewichtes auf eine bestimmte Normaltemperatur hat man Reduktionstabellen angefertigt, von denen die von *G. Karsten* in Kiel in Deutschland gebräuchlich sind (s. S. 40).

Auf chemischem Wege läfst sich der Salzgehalt durch eine Chlorbestimmung ermitteln. Der Chlorgehalt mit 1,81 multipliziert, ergiebt den ganzen Salzgehalt.

Die Unterschiede des in den verschiedenen Meeresstrichen gefundenen Salzgehaltes haben ihre Ursache in der Zufuhr von Süfswasser vom Lande her und von Regenwasser aus der Luft, wodurch der Salzgehalt, da eine Verdünnung stattfindet, abnimmt, und durch starke Wasserverdunstung an heifsen Küstenstrichen und in abgeschlossenen Meeresbecken, wodurch eine Konzentration herbeigeführt wird. An den Küsten der Tropenländer, wo die Verdunstung des Meerwassers bei trockenen heifsen Winden sehr grofs ist, ist der Salzgehalt höher als in offenen, von der Küste abgelegenen Meeresteilen. Diese Unterschiede des Salzgehaltes, die einen Unterschied der spezifischen Gewichte zur Folge haben, sind Mitursache der Meeresströmungen. Andererseits wird jedoch ein niedrigeres spezifisches Gewicht gerade in der Nähe

[1]) Das Salzgebirge und das Meer, 1891, S. 34.

Digitized by Google

der Küsten und in abgeschlossenen, grofse Flüsse aufnehmenden Meeresbuchten gefunden. Während der offene Atlantische Ocean durchschnittlich 35 *Promille* Salzgehalt hat, findet man in der Nordsee nur 32 *Promille*. In der Ostsee nimmt der Salzgehalt je weiter nach Osten, um so stärker ab. Im Skagerak sind noch 30, bei Alsen 18,5, im Kieler Hafen 16,5, nördlich von Rügen 8,6, am Eingange zum Bottnischen Meerbusen 4, an seinem Nordende bei Haparanda 1,5 und im Finnischen Meerbusen bei Kronstadt noch nicht 1 *Promille* vorhanden. In der Tiefe der Ostsee bei mehr als 30 *m* sinkt jedoch der Salzgehalt nirgends unter 10 und ist im Skagerak normal 35,5 *Promille*, wie im offenen Ocean [1]).

Das gegen 2500 *m* tiefe Schwarze Meer ist zwar auch von den vielen einmündenden Flüssen weniger salzhaltig, jedoch nicht so minderhaltig, wie die Ostsee. An der Nordküste beträgt der Salzgehalt 14,3, in offenem Meere 17,6 und in grosser Tiefe 19 *Promille*.

Auch in dem nur durch Inselketten abgeschlossenen Becken des austrasiatischen Mittelmeeres hat der Ocean an der Oberfläche während der Regenzeit unter 34 *Promille*. Der Atlantische Ocean hat vom 3. bis 10. Grade nördl. Breite im Mittel 34,7, vom 10. bis 15. Grade 35,2 und vom Äquator bis 5. Grade südl. Breite 35,5 *Promille*. Dauernde tropische Niederschläge wirken auf die oberen Wasserschichten. Auch in gemäfsigten Zonen beobachtet man den Einfluſs des Regens. Im März 1876 beobachtete nach *Tristan da Cunha* der „*Challenger*“ bei Montevideo unter 18 Tagen an neun heiteren 35,6 und an den anderen neun Regentagen 35 *Promille*. Eisberge im Polarmeere drücken den Salzgehalt mitunter herab, jedoch nirgends in einiger Entfernung von der Küste unter 30 *Promille*.

In Gegenden, wo die Verdunstung das Maſs der Niederschläge zeitweilig übersteigt, besonders wo die Passatwinde herrschen, beobachtet man eine Steigerung des Salzgehaltes. Er beträgt z. B. westlich von den Canarischen Inseln und bei St. Helena 37,4, im Grofsen Ocean bei den Gesellschaftsinseln 36,7 und in der Nordostpassatgegend 35,7 *Promille*.

Am stärksten zeigt sich diese Wirkung in den tropischen und subtropischen Binnenmeeren, die nur wenige Flüsse aufnehmen. Im romanischen Mittelmeer beträgt der Salzgehalt über 37, im Levantischen Becken bei Kreta 39,3, im Roten Meere, nördlich vom 20. Grade nördlicher Breite steigt er auf durchschnittlich 40,1 *Promille*. Beim Mittelländischen Meere macht die Verdunstung (etwa 50 *engl. Zoll* jährlich) weit mehr aus, als die Wasserzufuhr durch Niederschläge (etwa 23 *engl. Zoll* jährlich) und durch Flüsse (nach höchster Schätzung etwa

[1]) Über die Zusammensetzung des Seewassers an den Badeplätzen der europäischen Küsten, zu vergl. die Mitteilungen in der *Balneolog. Ztg.*, Berlin 1897, VIII, 39; Untersuchungen von *Dr. B. Alex. Katz* nach *Centralbl. f. Nahr.- und Genussmittelchem.* (*D. Apoth.-Ztg.* 1, 1897); ferner Untersuchungen von *Dr. Kramer*, früher zu Misdroy, mitgeteilt in der *Balneolog. Ztg.* 1893.

Digitized by Google

10 *engl. Zoll* jährlich), so dafs sich das Niveau um jährlich etwa 17 bis 18 *engl. Zoll* senken müfste, wenn nicht Ersatz durch die Strafse von Gibraltar aus dem Atlantischen Ocean gebracht würde.

Was die Verteilung des Salzgehaltes nach der Tiefe hin betrifft, so ist der Gehalt am Meeresboden sehr gleichmäfsig, im Südatlantischen und Stillen Ocean 34,5 bis 35, im Nordatlantischen 35,3 bis 35,5 *Promille*. Südlich vom 45. Grade südlicher Breite wird nur 34,5 anzunehmen sein.

Abgesehen von den Unterschieden an der Meeresoberfläche, die sich nur auf wenige hundert Meter bemerkbar machen, ergiebt sich allgemein eine schwache Abnahme des Salzgehaltes bis zu 2000 *m* und dann eine mäfsige Steigerung bis zum Meeresboden.

Nimmt man als mittlere Meerestiefe 3500 *m* und den Salzgehalt zu 35 *Promille* an, so würde die völlig niedergeschlagene Salzmasse den Meeresboden mit einer 57,8 *m* mächtigen Steinsalzschicht bedecken.

Welche Salzmenge in den Meeren überhaupt vorhanden ist, läfst sich erkennen, wenn man das gesammte Volumen der Meere zu 1284 Millionen *cbkm* (Kubikkilometer) berechnet, den mittleren Salzgehalt zu 3,5 *Prozent* und das spezifische Gewicht des Steinsalzes zu 2,12. Man erhält dann $\frac{1284000000 \times 3{,}5}{2{,}12 \times 100} = 21{,}2$ Millionen *Kubikkilometer* Salz, das ist bei einer Meeresfläche von 373 Millionen *Quadratkilometer* ein Lager von 57 *m* Mächtigkeit. Das ist ein Volumen etwas mehr als ein Drittel des ganzen über dem Meeresniveau hervorragenden Festlandes, das zu 146750 *Kubikmeilen* mit etwa 60 Millionen *Kubikkilometern* angenommen wird.

Im Mittelländischen Meere allein läfst sich die Salzmasse auf 67966 *Kubikkilometer* berechnen, das ist mehr, als ein Viertel des Volumens der Alpenkette über dem Spiegel des Meeres. Bei 1340 *m* durchschnittlicher Tiefe würde ein 23 *m* dickes Salzlager daraus abzuscheiden sein [1]).

Über den Salzgehalt der Oceane und einiger Binnenmeere giebt die Zusammenstellung [2]) a. f. S. nähere Auskunft.

Léon [3]) giebt den Salzgehalt des Meerwassers wie folgt an:

In 1000 *g* Wasser sind enthalten	Atlantischer Ocean	Mittelmeer	Schwarzes Meer	Asowsches Meer	Kaspisches Meer	Totes Meer
Salzstoffe	32,657	43,735	17,663	18,795	62,942	149,301
davon Chlornatrium . . . . (eigentl. Seesalz)	25,734	29,524	14,195	9,658	3,673	110,03

[1]) *Fr. Toula*, Das Salzgebirge und das Meer, S. 38, 39.
[2]) Nach *J. Roth*, Allgem. u. chem. Geologie 1879.
[3]) *B.- u. H.-Ztg.* 1897, 56, Nr. 13.

Digitized by Google

In 1000 Gewichtstln. Wasser sind enthalten	Atlantischer Ocean: Oberfläche	Atlantischer Ocean: Tiefe: a) 377 m b) 3295 m	Kanal bei Havre	Ostsee a) Karlskrona b) Chudleigh bei Narwa	Mittell. Meer a) Gibraltar b) zwisch. Candia und Afrika	Mittell. Meer bei Cette (nach Usiglio)	Adriatisches Meer bei Spalato	Schwarzes Meer bei Feodosia	Indischer Ocean bei Sokotra	Südsee 25° 11′ südl. Br. 93° 24′ westl. L. 132 m	Rotes Meer Mitte
	zwischen 50 bis 56° nördl. Breite										
Chlornatrium	27,735 28,139	a) 27,740 b) 28,188	25,704 —	a) 8,695 b) 3,492	a) 28,761 b) 30,759	29,424 —	25,501 —	14,020 —	27,829 —	25,885 —	31,094 —
Chlorkalium	0,686	0,555	0,079	0,111	0,657	0 505	0,378	0,189	0,511	1,214	0,737
	0,531	0,517	—	0,111	0,621	—	$CaCl_2$ 3,354	—	—	—	—
Chlormagnesium . .	3,438 3,145	3,158 3,203	2,854 —	1,414 0,353	3,249 3,743	3,219 —	5,618 —	1,304 —	3,531 —	4,110 —	3,890 —
Schwefels. Calcium . .	1,402 1,418	1,359 1,369	1,210 —	0,624 0,194	1,482 1,645	1,357 —	4,462 —	0,105 —	1,183 —	1,622 —	1,179 —
Schwefels. Magnesium	2,213 2,279	2,432 2,451	2,528 —	0,183 0,264	2,169 2,391	2,477 —	— —	1,470 —	2,377 —	2,095 —	2,761 —
Kieselsäure u. and. . .	0,074 0,071	0,104 0,078	— —	— —	0,073 0,098	Fe_2O_3 0,003	0,417 —	— —	0,002 + 0,022	— —	0,003 + 0,025
Brommagnesium . .	—	—	0,030	—	—	—	—	0,0052	0,055	—	0,061
Bromnatrium	—	—	0,103	—	—	0,556	0,495	—	—	0,307	—
Kohlens. Calcium . .	—	—	0,132	—	—	0,114	0,325	0,249 $MgCO_3$ 0,137	0,016	—	0,0076
Kiesels. Natrium . .	—	—	0,017	—	—						
Summe	35,548 35,583	35,348 35,806	32,657 —	11,027 4,444	36,391 39,257	37,655 —	40,550 —	17,479 —	35,526 —	35,233 —	39,758 —
Spezif. Gew. . .	1,028	—	1,022	1,009 1,003	—	1,0258 21° C.	1,026	1,014 17,5° C.	1,027 26° C.	1,026 20,6° C.	1,030 25,7° C.

Digitized by Google

Nach den Polen zu ist der Salzgehalt der Oceane geringer, nach dem Äquator zu höher und nimmt mit der Entfernung vom Lande und mit der Tiefe etwas zu.

Salz in der Luft, im Regen.

Geringe Mengen von Kochsalz befinden sich in der Seeluft, wahrscheinlich infolge von mechanischer Einführung von Meereswasserbläschen, die aus dem Gischt der Wogenkämme verstäubt werden. Bei heftigen Stürmen wird diese Zerstäubung sehr stark und der Salzstaub wird weit ins Land getragen. Bei einem gewaltigen Sturme am 22. Dezember 1894 sind nach Beobachtungen grofse Mengen Salzstaub bis tief ins Innere Englands weggeführt worden. Sogar in Birmingham, das 88 *km* vom Bristolkanal und fast 161 *km* von der Cardiganbai liegt, wurden noch Pflanzen und Fenster mit einer Kruste von Salz überzogen, das von den Wellen der Brandung am Meeresufer stammte. Auch in Münster, 135 *km* vom zunächst liegenden Zuidersee, beobachtete *Mügge* am Morgen des 23. Dezember jenes Jahres Salzrückstände von dem in der Nacht gefallenen Regen an den Fensterscheiben.

Das Verdorren von Blättern und Zweigen des Busch- und Baumwuchses, dem man an der Küste hier und da begegnet, ist jedoch meist auf die Wirkung der Windstöfse zurückzuführen und nicht dem Salzgehalte der Luft zuzuschreiben, der allerdings in der Nähe des Strandes noch stellenweise durch salzhaltigen Dünenstaub erhöht werden kann. Chlornatrium im Regenwasser des Binnenlandes wird meist von dem Salzgehalte der Staubteilchen herrühren, die vom Winde in die Luft geführt sind und dort von den Niederschlägen getroffen werden.

A. Bobierre wies im Regenwasser von Nancy gegen 18 *g* Kochsalz im Kubikmeter nach.

Alle aus dem Meere abgesetzten Schichten des Festlandes enthalten etwas Salz eingeschlossen, aus ihnen gelangt es in die Quellwasser und in die Niederschläge der Binnenseen, so dafs sich Spuren von Chlornatrium überall im Erdenstaube bergen.

Salz in den Flüssen.

Auch die Flüsse führen durchweg Kochsalz und andere Salze in mehr oder weniger grofser Menge. In Salzgegenden sind die Bäche und Flüsse oft sehr salzreich, in Gegenden, wo Salz fehlt, ist der Gehalt nur gering. Viel Salz wird den Flüssen nicht nur durch die Abwässer der chemischen Fabriken und der Bergwerke, sondern auch der Hauswirtschaften künstlich zugeleitet. Ein Teil gelangt auf natürlichem Wege in die Flüsse: durch Regenströme, die zu Tage tretendes Salz auflösen oder salzhaltigen Staub der Luft niederschlagen, sowie durch Soolquellen, die sich in Flüsse ergiefsen. In den Steppen Südrufslands kommen viele salzreiche Flüsse vor, die sich in salzige Seen ergiefsen.

Digitized by Google

Der Eltonsee wird durch die Charisacha gespeist, die etwa 5 *Prozent* Salze im Wasser aufweist, nämlich:

Chlornatrium	4,065 *Prozent*,
Chlormagnesium	0,520 „
Schwefelsaures Magnesium	0,2827 „
Schwefelsaures Calcium	0,1238 „

Während nach den Untersuchungen der Wasser einiger gröfserer Flüsse der ganze Salzgehalt nicht einmal $^1/_4$ *Promille* erreicht, zeigen andere einen höheren Salzgehalt, z. B. der *Chélif* in Algier bis 6,64 *Promille*, der *Jordan* 1,168 *Promille*. Näheres zeigt die folgende Tabelle.

Salzgehalt einiger Flüsse.

In 10000 Gewichtstln. Wasser sind enthalten	Donau oberhalb Wien	Rhein oberhalb Köln	Spree vor Berlin	Chélif Algier	Jordan
Chlornatrium	0,026 0,040	0,1628 0,1425	0,258	28,690 5,120	6,03 $CaCl_2$ 1,29 KCl 0,35
Schwefels. Natrium . . .	0,015 0,012	— —	0,110	7,360 —	0,40 —
Schwefels. Kalium . . .	0,030 0,037	— —	0,073	($MgSO_4$ 13,700) 1,980	— —
Schwefels. Calcium . . .	0,143 0,222	0,1576 0,3410	0,031	15,560 2,720	0,45
Kohlens. Calcium . . .	0,864 1,105	0,5237 1,2344	0,898	1,000 1,500	1,69
Kohlens. Magnesium . .	0,277	0,0907	0,095	0,030	1,45
„ Eisenoxydul . .	0,421	0,4313		0,280	
Salpeters. Natrium . . .	0,020 0,037	Spur	—	—	—
Kieselsäure	0,039 0,052	0,0290 0,0041	0,135	0,040 0,040	0,025.
Organische Substanzen .	0,042 0,059	0,6399 0,0055	0,096 —	— —	Spur —
Summe	1,456 [1] 1,985 [2]	1,5787 [3] 2,2182 [4]	1,696	66,400 [5] 11,520 [6]	11,685

Welche Salzmengen von den Flüssen weggeführt werden, ersieht man daraus, dafs die Elbe aus Böhmen nicht weniger als 25320 *t*

[1]) Mai—August 1878, Hochwasser.
[2]) November—Januar 1878/79, Niederwasser.
[3]) 8. November 1870, hoher Wasserstand.
[4]) 21. Oktober 1870, niedriger Wasserstand.
[5]) 26. Oktober 1855, vor dem Wachsen.
[6]) 8. Januar 1853, Orléanville.

Digitized by Google

Kochsalz jährlich abführt, bei einer zum Abflusse gelangenden Wassermenge von 6000 Millionen *Kubikmeter*. Dies erklärt sich aber, wenn man den Salzverbrauch der Bevölkerung in dem Flufsgebiete mit etwa 7 *kg* auf den Kopf annimmt und dann eine jährlich verbrauchte Salzmenge von gegen 36000 *t* berechnet, von der ein gröfserer Teil immer wieder in die Gewässer und in die Elbe gelangt.

Die der Elbe überhaupt zugeführten Salzmengen sind bedeutend gröfser infolge der Ableitung salziger Wasser aus Bergwerken, Salinen und chemischen Fabriken, sowie infolge von Zuflüssen natürlicher Soolquellen. Bei gewöhnlichem Wasserstande führt die Elbe bei Magdeburg in der Sekunde 405 *cbm* Wasser. Auch nur $^1/_2$ *Promille* Salze im Wasser liefert eine jährliche Menge von 6386040 *t* Salz. Das Elbwasser enthielt[1]) bei Magdeburg an festem Rückstande:

1872	0,441	*Promille*,
1873	0,506	„
1878	0,768	„
1879	0,646	„
bei Schönebeck 1879	0,847	„

so dafs die Menge der salinischen Bestandteile jetzt $^1/_2$ *Promille* und die berechnete Salzmenge noch übersteigt.

In 1 *Liter* Wasser sind enthalten	Elbe bei Magdeburg, Wasserleitungswasser[2]) am		Saale unterhalb Bernburg[3]) 1886
	29. April 1893	3. Juni 1893	
	mg	*mg*	*mg*
Chlornatrium	514,4	633,6	405
Chlorkalium	17,6	18,1	22
Chlormagnesium	21,8	30,0	23
Kohlensaures Magnesium	30,4	35,3	49
Salpetersaures Magnesium	.	.	.
Kohlensaures Calcium	43,8	41,4	93
Schwefelsaures Calcium	106,8	117,1	241
Kieselsäure	1,8	4,5	SO_3 11 (?)
Zusammen	736,6	880,0	844

Salzseen.

Die meist in wüsten Steppen vorkommenden Salzseen erhalten ihren Salzgehalt teils durch Salzflüsse, teils durch Auslaugung benachbarter salzführender Bodenschichten, Thone und Gypslager, auch durch

[1]) *Magdeb. Ztg.* 1880.

[2]) Nach *Dr. K. Kraut*, bei niedrigen Wasserständen von 1,30 und 1,10 *m*.

[3]) Nach *Prof. Rubner*.

Digitized by Google

unterirdische Zuflüsse aus anderen Seen oder natürlichen Soolquellen, teils aus dem auf dem Boden und in der oberen Bodenschicht verbreiteten Steppensalze.

Der Boden der Seen besteht häufig aus Gebilden, die das Wasser nicht durchlassen, wie Thon oder Lehm. Einzelne Seen, deren Zuflüsse nicht so stark sind, wie die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche, was besonders in heifser, trockener Jahreszeit vorkommt, setzen starke Salzkrusten ab. Diese werden in der nassen Jahreszeit zum Teil wieder aufgelöst, das Salz wird abgeschwemmt und in die Steppen geführt, wo es bei Abtrocknung ausblüht. Andere Salzseen erreichen nicht den zur Salzausscheidung erforderlichen Sättigungsgrad. Das Wasser der Seen, aus denen das ausgeschiedene Kochsalz gewonnen wird, reichert sich mit Magnesiumsalzen an. Gyps wird durch Salzflüsse zugeführt und entsteht auch durch die Einwirkung schwefelsaurer Salze auf Chlorcalcium.

In allen abflufslosen Niederungen müssen sich schliefslich Salzseen bilden, weil fast alles Quellwasser einen, wenn auch geringen Gehalt an Chlornatrium, zum Teil mit anderen Salzen aufweist. Die gelöst gewesenen festen Bestandteile, die in der Bodenmulde zurückbleiben, müssen dann annähernd die Zusammensetzung der Quell- und Flufswasserbestandteile aufweisen, also etwa

80	*Prozent*	kohlensaure Salze,
13	„	schwefelsaure Salze,
7	„	Chloride,

während der Meerwassergehalt entsprechend 0,21 bis 10,34 kohlensaure und schwefelsaure Salze und 89,45 *Prozent* Chloride aufweist.

Zahlreiche Salzseen liegen nördlich vom Kaspischen Meere zwischen der Wolga und dem Ural. Im Gouvernement Astrachan zählt man allein über 700 salzausscheidende Seen, und dazu über 1300 Salzmoräste, aus denen Salz in geringer Menge gewonnen wird. Die Seen haben meist runde oder ovale Form und messen 1 bis 10 *Werst* (7 Werst = 1 deutsche Meile) im Umfange. Einige liegen im flachen Lande, andere sind von Hügeln umgeben. Bedeutendere Seen im Kaspischen Steppenlande, die eine reiche Ausbeute von Salz gewähren, sind der Eltonsee, der Inderskische See, der Bogdosee.

Der Eltonsee oder Jalton-Nor (goldener See) ist 18 *km* lang, 14 *km* breit, und mifst 50 *km* im Umfange. Er bildet ein flaches Bassin, das auf einige Werst vom Ufer selten mehr als 1 *Arschine* (= 0,711 *m*) tief ist. Der ganze Flächeninhalt beträgt 288 *Quadratkilometer*. Ihm fliefsen zahlreiche kleine Salzflüsse zu, darunter die Charisacha mit etwa 5 *Prozent* Salzen (s. S. 15).

Der Flufs versiegt das ganze Jahr über nicht. Ein Wasserabflufs aus dem See ist nicht vorhanden. Dadurch werden ihm jährlich 19500000 *kg* Salz zugeführt. Auf 1 *qm* kommen 48 *kg* Salz im Jahre,

Digitized by Google

das ist eine Schicht von 0,0335 *m* Dicke. Der Salzgehalt des Seewassers ist 25 bis 30 *Pzt.*, der Boden des Sees ist ein starkes Salzlager.

Der Inderskische See auf der Ostseite des Uralflusses wird durch einen Bach gespeist, der ihm Wasser mit 2,76 *Pzt.* Kochsalz und zusammen 3,153 *Pzt.* Salze zuführt, jährlich etwa 240 Millionen *Kilogramm*. Er ist von Gypsbergen umgeben.

Der Bogdosee liegt bei den Bogdobergen auf dem linken Ufer der Wolga in der Fortsetzung eines Gypshügelzuges, der sich von dem Steinsalz führenden Gypsberge Tschaptschatschi in die Steppen senkt. Er hat 42 *km* Umfang und einen 35 *cm* hohen Salzlaugenstand. Auch hier bildet der Boden des flachen Sees ein Salzlager.

Salzseen finden sich in Persien und weiterhin am Himalaya bis zum Baikalsee, in Tibet, Vorderindien und Ceylon. In Afrika: Algerien, Libysche Wüste, in Ägypten, im Inneren Mittel- und Südafrikas.

Überaus zahlreich sind salzige, stehende Gewässer an beiden Seiten der gigantischen Gebirgsreihe, die den Westen von Amerika längs des grofsen Oceans vom Feuerlande bis nach Alaska hin durchzieht. Östlich und westlich der südamerikanischen Cordilleren, die bedeutende Steinsalzlager bergen, finden sich die salinischen Lösungen, die von jenen stammen, in den abflufslosen Depressionen der regenarmen oder regenlosen Gegenden in den mannigfaltigsten Zusammensetzungen [1]). Ähnlich ist es in Mexico und dem Westen der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Die Vorkommen in Südamerika bilden Übergänge zu festen Kochsalzlagerstätten, Salinas dort genannt, die in der nassen Jahreszeit Salzlaken bilden und im Sommer trocken sind.

Das Tote Meer, der gröfste Salzsee Asiens, ist bis zu 19 *km* breit und 85 *km* lang, an der tiefsten Stelle 363 *m* tief. Sein Spiegel liegt 182,5 *m* unter dem Niveau des Mittelmeeres. Das Wasser enthält 20 bis 24 *Pzt.* Rohsalz, und zwar vorwiegend Chlorverbindungen. Nach *Terreil* (*Compt. rend.* **62**, 1329) nimmt der Chlorgehalt nach der Tiefe hin sehr bedeutend gegen den an Schwefelsäure zu.

Salzseen kommen auch in Rumänien, England und Australien vor.

Die Salzseen in der Dobrudscha (Rumänien [2]) sind bis zu mehreren Quadratkilometern grofs. Der Fundatasee enthält 12,05 *g* Rohsalz in 1 *kg* Wasser, der Saratsee 26,6 *g*, der Amarasee 34,75 *g*, der Balta Alba 270,6 *g*. Das Schwarze Meer hat an den Küsten der Krim 15 *g* im Liter, an den Donaumündungen 1 *Pzt.* Salz. Der Saratsee, 5 *km* von der Donau, ist der bedeutendste unter den genannten. Ausgebeutet wird das Salz nicht.

---

[1]) *Brackebusch*, Die Bergwerksverhältnisse der Argentinischen Republik. *Pr. Z.* 1893, **41**, 37 ff. *A. W. Stelzner*, Beiträge zur Geol. u. Paläont. der Argentinischen Republik.

[2]) *Öst. Zt.* 1894, **42**, 400, 410.

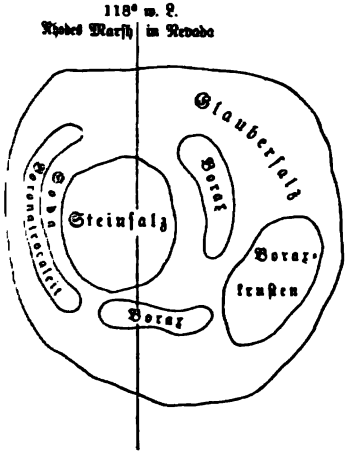
Digitized by Google

Derartigen Salzbecken begegnet man nach *Darwin* nie auf Graniten. Dies wird so zu verstehen sein, dafs ein ausschliefslich granitisches Abflufsgebiet den Wassern nur sehr wenig Natron, aber mehr Kali liefert. (Siehe darüber *Ch. Cloëz, Compt. rend.* 94, *erw. Chem. Centralbl.* 1882, S. 189, Französische Quell- und Flufswässer.)

Eine grofse Anzahl von Analysen der Wasser aus Salzseen verzeichnet *Roth*[1]). Abgesehen von Schwankungen, die durch die Witterungsverhältnisse der Jahreszeiten veranlafst sind, gehören viele der russischen Salzseen zu den salzreichsten.

Aus diesen und anderen Analysen der Wasser aus Salzseen erkennt man, dafs im Vergleich mit den festen Bestandteilen des Meerwassers (S. 13) Magnesiumsalze gegen Chlornatrium vorherrschen. Chlorkalium und Brommagnesium sind stärker vertreten, während schwefelsaures Calcium zurücktritt. Die Entstehung der Seen wird deshalb nicht immer auf die Auslaugung von Steinsalzlagern, die in der Regel nur Gyps und Chlornatrium enthalten, zu erklären, sondern auf Salzvorräte zurückzuführen sein, die sonst in den Gebirgsschichten aufgespeichert und aus dem Meereswasser durch Vorgänge dahin gelangt sind, die später bei der Bildung der Salzlagerstätten erörtert werden.

Fig. 1.



Das oft verschiedene Mengenverhältnis der aus Seen abgelagerten Bestandteile läfst sich mitunter auch durch eine Trennung infolge von natürlichen Vorgängen erklären. So beobachtet man bei den Salzlachen der Pampas, dafs das schwefelsaure Calcium nach der Peripherie abgestofsen wird, während sich Chlornatrium in der Mitte so rein ansammelt, dafs es gewonnen und als Speisesalz verhandelt werden kann. Ähnliches zeigt sich an längst ausgetrockneten Seebecken im Westen Nordamerikas. *Cl. King* äufsert sich: „Es ist bemerkenswert, dafs in den Umgebungen des grofsen Salzsees, sowie im Boden der grofsen Wüste die Chloralkalien sich in gröfster Menge finden, die schwefelsauren Salze der Alkalien dagegen fehlen."

Interessant ist die Verteilung der salinischen Stoffe von Rhodes Marsh in Nevada (Fig. 1), in einem Becken von 4 bis 5 *km* Durchmesser, das von *La Conte* näher untersucht worden ist.

La Conte berichtet, dafs zwar Chlornatrium überall anzutreffen

[1]) *Chem. Geol.* 1, 468 bis 485.

Digitized by Google

Analysen

100 Gewichtstle. Wasser enthalten	Eltonsee			Salzsee bei Simferopol, Krim, nach *Göbel*	Salzsee bei Indersk, östlich vom Uralflusse nach *Göbel*	Bog se na Gö
	nach *Erdmann* im August	nach *G. Rose* im Oktober 1829	nach *Göbel* im April 1834 nach der Schneeschmelze			
Chlornatrium	7,135	3,83	13,124	16,12	23,9275	18,9
Chlorkalium	—	—	—	—	—	0,2
Chlorcalcium	—	0,23	0,222	0,276	0,1014	0,9
Chlormagnesium . .	16,539	19,75	10,542	7,55	1,7355	5,4
Schwefels. Magnesium	1,858	5,32	0,665	—	0,3464	0,0
„ Natrium .	0,384	—	—	2,44	—	–
„ Calcium .	0,036	—	—	—	0,0421	–
„ Kalium . .	—	—	—	0,75	—	–
Kohlens. Calcium . .	0,038	—	—	—	—	–
Organische Stoffe . .	0,505	—	—	—	—	–
Brommagnesium . .	—	—	0,007	—	0,0045	0,0
Summe . .	26,495	29,130	25,560	27,136	26,157	25,6

sei, vorherrschend und rein jedoch nur in dem mit „Steinsalz“ bezeichneten Bezirk. Wird ein derartiges mit Salzen angefülltes Becken später auf einer Seite durch Gewässer angegriffen, so werden nur die davon getroffenen gesonderten Ablagerungen aufgelöst, und nur einzelne Salze, ohne die übrigen, finden sich in dem Gewässer vor.

Ähnliche Erscheinungen wie diese in Amerika kommen auch am Nordrande des Aralsees bis nach Kolivan hin vor, wo in einer Breite von 75 Meilen zahllose Salzseen auftreten, die zum Teil vorherrschend Glauber- oder Bittersalz enthalten, während in anderen Chlornatrium überwiegt. Der Landstrich ist in einer Austrocknungsperiode begriffen und die verschiedenen Salze, die früher gemeinschaftlich gelöst waren und das ganze Gebiet bedeckten, trennen sich.

Wo der Boden mit Salzwasser getränkt war, wo salzige Quellwasser zu Tage treten und starker Verdunstung ausgesetzt sind, oder Salzwasserbecken eintrocknen, da bedeckt sich der Boden mit Salz und die oberen Erdschichten sind mit Salz imprägnirt. Derartige Salzvorkommen zeigen sich häufig in Steppen und Wüsten. Man bezeichnet dies Salz als Steppen-, Wüsten- oder Erdsalz. Ähnlich wie die salzigen Seen ist es sehr verschieden zusammengesetzt, oft ist es stark mit Bittersalzen versetzt.

Digitized by Google

Wassers aus Salzseen.

ogdo-see nach *Erd-mann* 1835	Karduansee nach *Göbel*, Juni 1834	Karduansee nach *Fedschenko*, 17. Oktober 1863	Tinetzkysee von Kigatsch nach *C. Schmidt*, Sommer 1873	Kuku-Nor (Blauer See) in Tibet, entnommen von *v. Przewalski*, Spätherbst 1872, nach *C. Schmidt*	Grofser Salzsee in Utah nach *E. v. Cochenhausen*, entnommen 16. April 1879 von *Ochsenius*	Totes Meer nach *H. Fleck* 1881 [1]	Kaspisches Meer nach *C. Schmidt*, Juni bis August 1876, 1 bis 640 *m* [2] zwischen 42° 28′ und 37° 55′ nördl. Br.
21,576	10,539	24,1228	13,5278	0,6901	13,2228	6,2438	0,8116
—	—	0,0146	0,1296	0,0221	0,4735	1,4250	0,0134
0,885	—	—	0,0030 [3]	0,0005 [3]	—	2,9811	0,0003 [3]
4,863	9,912	2,0130	7,5145	—	0,6168	10,8015	0,0612
1,030	8,220	4,5947	7,6729	0,0932	1,2472	—	0,3086
—	—	—	—	0,1724	—	—	0,0001 [9]
0,074	—	—	0,0054	0,0003 [4]	0,1107	0,1021	0,0900
—	—	—	—	0,0437 [5]	—	—	0,0002 [4]
—	—	—	—	0,0473	—	—	0,0078
—	—	—	—	0,0010 [6]	—	—	0,0002 [6]
—	—	—	0,0456	0,0004	—	0,4236 [8]	0,0008
28,428	28,671	30,745	28,8988	1,0710	15,6710 [7]	21,9771	1,2942

Salz in den Gesteinen.

Unter den Sedimentgesteinen sind nur wenige geologische Zonen, in denen man nicht feste Salzlager oder Soolquellen nachgewiesen hätte.

Für das Quartär sind die Pampas und Patagonien zu nennen, wo eine dem Löfs ähnliche Schicht, die sich über 8000 Quadrat-

[1]) Viele ältere Analysen mit Salzrückständen von 2,4182 — Jordaneinlauf! — bis 27,8135 *Prt.* siehe *Roth*, 1, 474 bis 481.

[2]) Mittel von fünf Analysen.

[3]) RbCl.

[4]) Phosphorsaures Calcium.

[5]) Mg, Fe, CO_3.

[6]) SiO_2.

[7]) Gesammtrückstand 15,8185; darin Bor durch sehr deutliche Flammenreaktion nachweisbar, Baryum spektralanalytisch, Lithium dagegen nur so in dem aus dem Wasser in grofsen Krystallen gewonnenen Kochsalz zu erkennen. Das von *Bassett* analysirte Wasser ergab 13,67 feste Bestandteile, das von *Stansbury* 1850 entnommene Wasser enthielt 22,42 *Prt.* festes, das von *Cl. King* 1869 geschöpfte 14,83 *Prt.*, das von *Smart* 1877 untersuchte 13,79 *Prt.*

[8]) NaBr.

[9]) $FeCO_3$.

Digitized by Google

meilen erstreckt, stark salzhaltig ist. An den Abhängen der Cordilleren, in Peru, in Atakama und bei Tarapaca, wo die Gegend sehr dürr ist und das Wasser schnell verdunstet, entstehen in den abflufslosen Niederungen Salzanhäufungen. Der Chilisalpeter bildet dort mehrere Meter mächtige Lager. Von Atakama sind auch Kupferchloride (Atacamit), Silberchloride und -bromide und andere bekannt.

Die Salzlager von Petit Anse (Louisiana) gehören dem Quartär an und die Ablagerungen in der Bucht Karabugas am Kaspischen Meere sind ein Beispiel der sich noch in der Gegenwart vollziehenden Bildungen.

Das Tertiär enthält bedeutende Salzlager. Für das Pliocän ist das Vorkommen bei Livorno zu nennen, im Gebiete des Küstenflusses Cecina treten Gyps und Thon mit Steinsalz auf. Im nördlichen Calabrien, in der Nähe von Castrovillari, bei Lungro und Altomonte findet sich Salz mit Gyps und Thon in Lagern.

Das Miocän führt in der Schweiz im Kanton Wallis Salz, in den deutschen Reichslanden bei Pechelbronn, in Spanien, im Ebrobecken bei Valtierra, Villar Rubia de Ocana und Villargordo, südlich von Madrid. Die bedeutendsten Salzvorkommen im Miocän weisen die Karpathen auf. Über Jura und Kreide und älteren Tertiärschichten, den Fucoidensandsteinen und dem Nummulitenkalk lagert das Miocän, das sich aus Gyps mit Anhydrit, Thon und Steinsalz zusammensetzt. Es lassen sich dort drei parallele Züge unterscheiden. Der mittelste ist der Hauptzug, der über Wieliczka, Bochnia und Kalusz verläuft und sich bis zur Moldau und Walachei hinzieht. Ein südlicher Zug verläuft über Eperies (spr. épperisch), ein nördlicher Zug verläuft von Oberschlesien die Weichsel entlang. Auch die bedeutenden Salzlager von Ungarn, in der Marmaros, und von Siebenbürgen gehören dahin.

Im Eocän treten bei Cardona in Catalonien, am Abhange der Pyrenäen mächtige Salzlager auf, die von Sandsteinen umschlossen sind und auf Nummulitenkalken der Kreide lagern. Auch das Steinsalzvorkommen auf der Insel Sicilien bei Castro Giovanni, Sperlinga u. a. O. gehören dieser Zone an, desgleichen Vorkommen in Kleinasien und Armenien.

Die Kreide hat nur wenige Salzlager von Bedeutung. Die Vorkommen von Algier (Constantine) sind hier zu erwähnen. In den der Jura- und Kreideformation angehörigen Gesteinsschichten der südamerikanischen Cordilleren treten mächtige Steinsalzlager auf, z. B. bei San Blas (Peru) und in den Gebieten des Rio Neuquen und Limay (Argentinien).

In der grofsen über dem Steinkohlengebirge Westfalens ruhenden Kreidemulde, deren Rand über Rheine, Osnabrück, Bielefeld, Paderborn, Bühren, Werl, Unna, Bochum, Essen verläuft, treten zahlreiche

Digitized by Google

Soolquellen auf. In diesem Gebiete werden die Salinen Königsborn, Werl, Neusalzwerk, Sassendorf, Salzkotten, Westernkotten und andere betrieben.

Im Lias weist die Schweiz bei Bex im Rhônethal, Kanton Waadt, Salzvorkommen auf. Das Lager füllt hier eine Spalte aus, die von Gyps und Steinsalzbrocken erfüllt ist.

Die Trias und obere Dyas sind die wichtigsten salzführenden Formationen. Ihnen gehören in Norddeutschland, in Süddeutschland, in den Alpen, in den deutschen Reichslanden und in England die wichtigsten Salzvorkommen an.

Zum Keuper zählen die Vorkommen von Vic, Moyenvic, Dieuze und im östlichen Frankreich Varangéville, in England die Vorkommen von Lancaster, Cheshire und Worcestershire, bei Lawton und Stoke-Prior. Die Soolquellen bei Göttingen (Luisenhall) und bei Hannover (Egestorffshall, Neuhall, Georgenhall) entstammen der Lettenformation des Keupers.

Während der obere Muschelkalk salzleer ist, weist der mittlere Muschelkalk in der Anhydritgruppe viele Salzlager auf, die Steinsalz mit Anhydrit und Gyps führen. Dahin gehören: in Süddeutschland die Vorkommen von Ludwigshall, Friedrichshall, Clemenshall bei Offenau, Schwenningen, Sulz, Wilhelmsglück bei Hall, Heilbronn in Württemberg, Wimpfen in der hessischen Enklave Württembergs, die von Berchtesgaden mit Frauenreuth und von Reichenhall in Bayern, Dürrheim und Rappenau (Ludwigssaline) in Baden und Stetten in Hohenzollern; in Österreich die Vorkommen des Salzkammergutes: Hallstadt, Ischl in Oberösterreich, Aussee in Steiermark, Hallein am Dürnberge in Salzburg, Hall in Tyrol; in Norddeutschland die Thüringischen Vorkommen bei Erfurt, bei Buffleben im Herzogtum Gotha, bei Stotternheim im Grofsherzogtum Weimar; in den Reichslanden das Vorkommen bei Saaralben.

Die alpine Trias ist anders als die norddeutsche Trias entwickelt. Die Salz führenden Schichten liegen auf der Grenze zwischen Keuper und Muschelkalk, im Alpenkeuper und den Werfener Schichten, und setzen sich aus Gyps, Thon und Salz zusammen (Salzthon, Haselgebirge).

Vom Buntsandstein weist die obere Stufe, der Röt bei Schöningen am Elm in Braunschweig, zu Heinrichshall bei Gera (Reufs ä. L.), Arnstadt (Schwarzburg-Sondershausen), Liebenhalle bei Salzgitter, Sülbeck, zwischen Harz und Hildesheim, Soolquellen auf. Bei Arnstadt ist in den Jahren 1893 und 1894 durch Bohrungen ein Steinsalzlager mit einem Chlorkaliumgehalte nachgewiesen worden.

Im unteren Buntsandstein ist bei Schönebeck ein Salzlager aufgeschlossen worden.

Von der Dyas ist nur der Zechstein salzführend, während im Rotliegenden Salzlager nicht bekannt sind.

Digitized by Google

Dem oberen Zechstein gehören die bedeutenden Salzvorkommen der norddeutschen Tiefebene an, zwischen Elbe und Weser, insbesondere am Nordrande des Harzes bei Stafsfurt, Westeregeln, Vienenburg u. s. w. Ein mächtiger Zechsteinbusen erstreckte sich über das norddeutsche Flachland östlich der Weser bis nach Holstein und Mecklenburg und durch Brandenburg bis nach Inowrazlaw in Posen in der Nähe der russischen Grenze. Zwischen Thüringen und Harz verlief eine Nebenbucht, von dem Hauptbusen durch das Harzgebirge getrennt. Bei Sperenberg südlich von Berlin bohrte man 1273 *m* im Steinsalz, bei Unseburg, nicht weit von Stafsfurt, 900 *m*, ohne das Liegende zu erreichen. Unter dem Plattendolomit des oberen Zechsteins lagern in Norddeutschland auch die wertvollen Kali- und Magnesiasalze.

Zu Segeberg in Holstein, Inowrazlaw, Regierungsbezirk Bromberg, Wapno bei Exin hat man Salzlager erschlossen oder nachgewiesen. Im sächsisch-thüringischen Becken gehören die Quellen von Halle, von Dürrenberg, der früheren Salinen bei Teuditz und Kötzschau, von Salzungen (Sachsen-Meiningen) und andere dem Zechstein an.

Der russische Perm weist bedeutende Salzlager bei Orenburg und bei Bachmut auf. Die Quellen von Ussolje an der Kama im Gouvernement Perm gehören der Dyas an.

Im Steinkohlengebirge sind nicht selten Soolquellen aufgeschlossen, z. B. bei Dudweiler, auch in Northumberland und Durham mit 5 bis 6 *Pct.* Kochsalz. Die Hauptvorkommen in dieser Formation weist Nordamerika auf, wo in Virginien zahlreiche Soolquellen auftreten. Dort sind Salzablagerungen bis zum Silur bekannt.

Das Devon weist Soolquellen in Nowgorod und Lithauen auf, bei Altensalz im Voigtlande, zu Werdohl in Westfalen. Die Quellen von Nauheim (Grofsherzogtum Hessen) entspringen in den Schichten zwischen dem Orthocerasschiefer und dem Stringocephalenkalk.

Das Obersilur ist salzführend in Pennsylvanien, Ohio, West-Virginien; bei Abingdon liegt unter Gyps und Mergel ein bei 186′ Mächtigkeit noch nicht durchteuftes Lager. Auch die Vorkommen bei Onondaga (New-York), Michigan und Nord-Manitoba gehören hierher. In Canada sind bei Goderich 4,5 bis 12 *m* mächtige Salzlager in Silurschichten erschlossen. In vorsilurischen Schichten tritt Salz bei Punjab und Saltrange (Ostindien) auf.

Auch in krystallinischen Gesteinen kommen Soolquellen vor: Im Porphyr zu Münster am Stein und Kreuznach (Theodorshall und Karlshall), im Syenit zu Riogrande und Guaca, im Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer bei Guayeval in Neu-Granada.

Digitized by Google

Eigenschaften des Steinsalzes.

[Franz.: soude muriatée, sel gemme; engl.: common salt, rock salt.]

Kochsalz krystallisirt isometrisch mit vollzähligen Flächenkombinationen; am häufigsten in Würfeln; selten sind Oktaëder-, Rautendodekaëder- und Pyramidenwürfelflächen [1]). Das Steinsalz hat 2,1 bis 2,2 *spf. Gew.* und eine Härte = 2,5. Dichtes Steinsalz wird von Gyps geritzt, spätiges dagegen nicht. Es ist mäfsig spröde, farblos, weifs, graulich oder gelblich, bei Anwesenheit von Eisenoxyd auch wohl rot, von Kupferchlorid blau oder grün, von bituminösen Substanzen braungrau oder dunkel gefärbt und wird dann beim Glühen weifs. Von bedeutendem Einfluſs auf die Färbung des Steinsalzes ist die Farbe des beigemengten Thones.

Zuweilen gefleckt, geflammt; Strich weifs. Vor dem Lötrohre ist es leicht schmelzbar zu einer weifsen, durchscheinenden Perle mit krystallinischer Oberfläche; von der Pincette hängt es in grofsen Proben wie Wassertropfen herab, die beim Erkalten zu vielen kleinen Würfeln krystallisiren. Es dekrepitirt nicht, während das treppenförmig gebildete Siedesalz stark verknistert, weil es viele Bläschen von Flüssigkeit einschliefst. Auf der Kohle schmilzt es, zieht in dieselbe ein, giebt zuletzt einen weifsen Beschlag und verflüchtigt sich allmählich ohne Geruch. Das zuweilen im Steinsalz enthaltene Wasser entweicht beim Erhitzen im Glaskolben und reagirt weder sauer noch alkalisch. Die Flamme färbt es gelb. Es schmilzt bei 776°, beginnt zu verdampfen und verflüchtigt sich vollständig bei Weifsglut. Geschmack rein salzig; beigemischtes schwefelsaures Magnesium oder Chlormagnesium macht den Geschmack bitter, durch letzteres wird es auch hygroskopisch und zerfliefslich. In Wasser leicht, in Alkohol fast unlöslich. 100 *Tle.* Wasser lösen bei 0° 35,571, bei 20° 35,835 und bei 100° 39,610 [2]). 100 *Tle.* Weingeist von 95 *Pzt.* nehmen kaum 0,17 *Tle.* Salz auf.

Über die Ursache der Farbenerscheinungen bei Steinsalz sind vielerlei Untersuchungen angestellt und Erklärungen gegeben worden. Am meisten begründet scheint die zu sein, wonach die blaue Färbung,

---

[1]) Das Krystallisationsbestreben des Chlornatriums ist aufserordentlich grofs und energisch. 2 bis 3 *cm* grofse Würfel aus Nordchile enthalten nur 38,64 *Pzt.* Chlornatrium bei 55,35 Unlöslichem und 6 *Pzt.* sonstigen Salzen, von denen kein einziges regulär (wie das Chlornatrium) krystallisirt.

Beim Sulfohalit ($3\,Na_2SO_4$, $2\,NaCl$), der sich in grünlichgelben, granatoëdrischen Krystallen in Californien findet, hat es auch einer chemischen Verbindung das isometrische System aufgenötigt, wenngleich der andere Bestandteil, der sich in der Natur als Thenardit rhombisch zeigt, über 78 *Pzt.* der Masse bildet.

Andererseits soll der aus gesättigten Kochsalzlösungen bei −10 bis −15° entstehende Hydrohalit ($NaCl \cdot 4\,H_2O$) klinorhombische Formen zeigen.

[2]) *Raupenstrauch, Monatsschr. d. Chem.* 1885, S. 563. Genaueres über Löslichkeitsverhältnisse s. S. 30.

Digitized by Google

die sich beim Glühen des Salzes leicht verändert, auf einen Gehalt an Kohlenwasserstoff zurückgeführt wird. *Becquerel* hat beobachtet, dafs farblose Alkalisalze unter dem Einflusse elektrischer Entladungen, durch Kathodenstrahlen sich färben, desgleichen auch beim Erhitzen in den Dämpfen der Alkalimetalle. Die dabei im Steinsalz und Sylvin entstehenden braunen und blauen Farben bleichen bald wieder in der Sonne. Auch bei der Elektrolyse geschmolzener Salze erhält man eine derartige Färbung.

Prof. *Dr. F. Kreutz* (Steinsalz und Fluorit, ihre Farbe, Fluorescenz und Phosphorescenz, *Anzeiger d. Akad. d. Wiss. in Krakau* 1895. S. 118 bis 127) nimmt an, dafs sowohl die blaue Färbung des Steinsalzes, als auch des Fluorits von einer phosphorsauren Eisenverbindung herrühre. Dies scheint durch die Untersuchungen von *E. Wiedemann* und *G. C. Schmidt* widerlegt. Angeregt durch *Goldsteins* Entdeckungen und Erörterungen „Über die Einwirkung von Kathodenstrahlen auf einige Salze“ (*Sitzungsber. d. A. d. W. in Berlin*, Juli 1894 und *Wiedemanns Ann. d. Physik* 1895, H. 2) führen *Wiedemann* und *Schmidt* die Blaufärbung auf Subchloride (Na_2Cl), die gewissermafsen in den Chloriden gelöst bleiben, zurück (*Ann. d. Physik* 1898, **64**, Nr. 6). Subchlorid (Na_2Cl) bildet sich leicht aus dem Chlornatrium unter der Einwirkung der Kathodenstrahlen und elektrischer Erregung.

Die Untersuchungen, ob die in der Natur vorkommenden Salzfärbungen durch Subchloride verursacht sind, haben zu keinem beweisenden Ergebnis geführt. Ein schwacher elektrischer Strom, der durch gesättigte Lösungen von Chlornatrium und Chlorkalium geführt wurde, um eine Zersetzung herbeizuführen, liefs an der Kathode nur Wasserstoff erscheinen, bewirkte aber keine Färbung des ausgeschiedenen Salzes[1]).

Nach *Girardin* lösen 100 *Tle.* Weingeist von 0,9282 *spezif. Gew.* bei der Temperatur *t S Gewtle.* Kochsalz:

t	4°	10°	13°	23°	32°	44°	51°	60°
S	10,9	11,1	11,4	11,9	12,3	13,1	13,8	14,1.

Nach *Schiff* sind in 100 *Tln.* bei 15° *C.* gesättigter Weingeistlösung von verschiedener Verdünnung (*P* giebt den Gehalt des Weingeistes an wasserfreiem Alkohol nach Gewichtsprozenten an) folgende Mengen *M* Chlornatrium enthalten:

								Holzgeist	
P	0	10	20	30	40	50	60	80	40
M	26,4	22,2	18,4	14,9	11,7	8,9	5,6	1,2	13,0

Nach *Wagner* lösen 100 *Tle.* Weingeist von 95,5 *Pzt.* bei 15° *C.* 0,172 *Tle.*, von 75 *Pzt.* 0,5 *Tle.* bei 15° und 1,03 *Tle.* bei 71,5° *C.*

Das Steinsalz findet sich in der Natur als:

a) Blätteriges mit ausgezeichnetem Blätterdurchgang nach den Würfelflächen, so dafs beim Zerschlagen rechtwinkelige Parallelepipede

[1]) *N. Jahrb. f. Min.* 1897, I, Ref. 7; *Gf.* 1898, **34**, 156; *Zt. f. pr. G.* 1898, S. 152.

Digitized by Google

entstehen. Durchsichtig bis durchscheinend. Bruch muschelig; glasglänzend ins Wachs- oder Perlmutterartige. In Krystallen, wenngleich nicht häufig, derb, stängelig, körnig.

b) Faseriges; seiden-glänzend oder -schimmernd; durchscheinend.

c) Körniges, meist feinkörnig.

d) Dichtes.

e) Mehliges, lockere, matte Aggregate bildend.

Das Steinsalz, besonders das wasserhelle, ist diatherman; reine, polirte Platten lassen von 1000 Wärmestrahlen 923 durch, während die übrigen 77 durch Reflexion an den beiden Grenzflächen verloren gehen.

Das reine, aus Chlornatrium bestehende Steinsalz bleibt an der Luft trocken und ist geruchlos. Es kann aber auch durch chemische und mechanische Beimengungen Abänderungen in seinem Normalgehalte erleiden. Enthalten sind: Chlorcalcium und Chlormagnesium, die dem Steinsalz die Eigenschaft erteilen, an der Luft feucht zu werden; zuweilen findet sich eine konzentrirte Auflösung von Chlormagnesium mit etwas Chlorcalcium in Blasenräumen (Cheshire); ferner Chlorammonium (Hall), Chlorkalium (Arnstadt, im Röt stellenweise mit über 30 *Pct.* KCl, Hallein, Analyse in *Leob. Jahrb.* 1872, 22, 395); schwefelsaures Magnesium (thonige Steinsalze pflegen etwas Bittersalz zu enthalten), schwefelsaures Natrium, bisweilen in kleinen nadelförmigen Krystallen; Gase (Knistersalz von Wieliczka, bei seiner Auflösung in Wasser unter kleinen Explosionen Gasblasen, aus Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas bestehend, entlassend); Eisenoxyd, Kupferchlorid, bituminöse Substanzen, Thon, Gyps, Infusorien etc.

Wird grau, rot oder bräunlich gefärbtes Steinsalz bei Luftzutritt geschmolzen, so verschwindet die Färbung, die erdigen Substanzen gehen zu Boden, das Chlormagnesium wird durch den Wasserdampf der Feuerluft zersetzt, und man erhält reines Salz als krystallinische Masse. Gyps geht dabei in Anhydrit über.

Unter dem Mikroskope krystallisirt Chlornatrium aus seinen Lösungen in kleinen Würfeln und dient so zum Nachweise von Natrium, wenn die Gesteine durch Salzsäure aufgeschlossen werden. Von dem auch in Würfeln anschiefsenden Chlorkalium wird es durch die Reaktion mit Kieselfluorwasserstoffsäure oder Platinchlorid unterschieden. Sehr kleine Mengen Chlornatriums oder anderer löslicher Natriumsalze findet man auch mittels essigsauren Uranoxyds. Ein sehr kleines Körnchen des Natriumsalzes, zu dem auf dem Objektträger die konzentrirte Lösung von essigsaurem Uranoxyd tritt, läfst sehr schnell um sich herum kleine, ungemein scharf ausgebildete, hellgelbe Tetraëder von essigsaurem Urannatrium in grofser Zahl entstehen. Die Kryställchen, welche in Wasser schwer löslich sind, wachsen rasch weiter, indem sich das Gegentetraëder ausbildet, so dafs zuweilen oktaëdrische Formen entstehen; auch Durchkreuzungszwillinge kommen vor. Sie wirken nicht auf das polarisirte Licht, während die fast würfelartig

Digitized by Google

erscheinenden rhombischen des gleichfalls auskrystallisirenden essigsauren Uranoxyds zwischen gekreuzten Nikols sehr lebhafte Farben zeigen. Durch schwaches Erwärmen lösen sich die Krystalle des Natriumdoppelsalzes auf und erscheinen beim Abkühlen von neuem.

Die Reaktion ist scharf, weil das essigsaure Natrium-Uranyl, $NaC_2H_3O_2 . UO_2(C_2H_3O_2)_2$, nur 6,6 *Pzt.* Na_2O enthält, d. h. 6,6 *Tle.* Natron bilden 100 *Tle.* Doppelsalz. Grenze 0,8 μg Na.

Das Uransalz mufs frei von Natrium sein; das käufliche ist zu dem Zwecke mit absolutem Alkohol in der Kälte zu behandeln und abzufiltriren. Der nach dem Eindampfen des Filtrates bleibende Rückstand wird dann in möglichst wenig Wasser gelöst.

Noch genauere Ergebnisse liefern die Fällungen als essigsaures Natrium-Magnesium-Uranyl, oder als Natriumfluorsilikat oder Natriumwismutsulfat mit den Grenzen 0,4, 0,16 und 0,04 μg Na.

Chemisch reines Steinsalz ist aufserordentlich selten. Gyps fehlt fast nie darin. Nur einzelne Fundstücke, z. B. von Wieliczka und wenigen anderen Fundorten, liefsen beim Analysiren keine Spuren von schwefelsaurem Calcium erkennen.

Über die Bestandteile des in der Natur vorkommenden Steinsalzes giebt die auf folgender Seite stehende Zusammenstellung Auskunft.

Auf den natürlichen Lagerstätten ist das Steinsalz selten ganz rein oder klar. Partienweise kommt es in schönen durchsichtigen, würfelartig sich spaltenden Krystallen und in Drusen und Klüften, auch in ausgebildeten Krystallgruppen vor. Meist wechsellagert es mit Anhydrit und Gyps und enthält Beimengungen dieser oder ist noch durch Thon verunreinigt. Gewöhnlich kommen geringe Mengen von Chlormagnesium und Chlorcalcium darin vor.

Von Gasen treten Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure im Steinsalze auf.

Nach *Philipps Badson* und *Saville Shaw* [1]) ist in den Gasen, die im Steinsalze von Tees bei Middelsborough (England) auftreten, Argon nachgewiesen worden. Die Gase bestanden aus

2,05 *Rtln.* Methan,
97,97 „ Stickstoff,

und darin wurden 1,24 *Rtle.* Argon nachgewiesen.

Eigenschaften der Salzlösungen und Soolen.

[Franz.: saumure; engl.: brine.]

Die wässerige Lösung des Kochsalzes bezeichnet man als Soole schlechtweg. In der Regel versteht man jedoch darunter die aus den Gesteinsschichten hervorquillenden natürlichen wässerigen Lösungen

[1]) Über das Vorkommen von Gasen, die von Steinsalz eingeschlossen werden. *Chem.-Ztg.* 1895, *Rep.* 1373, *Öst. Z.* 1895, **43**, 553.

Digitized by Google

	Chlornatrium	Schwefelsaures Calcium	Schwefelsaures Magnesium	Schwefelsaures Natrium	Chlormagnesium	Chlorcalcium	Chlorkalium	Thon	Unlösliches	Wasser
1. Wieliczka	100,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Friedrichshall	100,000	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Sugatag	100,000	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—
4 Wilhelmsglück	99,970	0,020	—	—	—	—	—	0,010	—	—
5. Berchtesgaden	99,850	—	—	—	0,150	—	—	—	—	—
6. Vizakna	99,343	0,114	—	—	—	0,047	—	—	0,377	0,139
7. Stafsfurt	99,730	0,270	—	—	Spur	Spur	—	—	—	—
8. „	98,420	0,990	—	—	0,240	0,530	—	—	—	—
9. „	97,550	1,490	0,230	0,430	—	—	—	—	—	0,300
10. Douglashall	97,990	—	—	—	0,040 mit KCl	—	—	—	—	—
11. Erfurt	93,041	1,486	—	—	0,063	0,410	—	—	—	—
12. Vic	99,300	0,500	—	—	—	—	—	0,2 mit Fe_2O_3	—	—
13. „	97,800	0,300	—	—	—	—	—	1,9 mit Bitumen	—	—
14. Catalonien	98,554	0,439	—	—	0,013	0,994	—	—	—	—
15. Djebl Sahari (weifs)	98,340	0,600	0,030	—	0,050	—	—	0,980	—	—
16. Petit Anse (Louisiana)	98,880	0,760	—	—	0,230	0,130	—	—	—	—
17. Neyba (San Domingo)	98,330	1,480	0,060	—	0,040	—	—	0,010	—	—
18. Khashm Usdom (SW des Toten Meeres)	97,680	1,500	0,030	—	0,120	—	—	0,520	0,15 SiO_2	—
19. Varennes (weifs)	97,200	1,200	0,500	—	0,400	—	—	0,700	—	—
20. „ (rot)	96,780	1,090	0,600	—	0,680	—	—	0,850	—	—
21. „ (gelb)	96,700	1,210	0,660	—	0,230	—	—	1,200	—	—
22. „ (grün)	96,270	1,090	0,800	—	0,270	—	—	1,570	—	—
23. Aus Peruguano (faserig)	95,336	—	0,755	0,202 (K_2SO_4)	—	—	2,259	Spur	0,361 $CaCO_3$	0,729
24. Südabhang von Ssajan Geb. (China)	94,840	4,090	—	0,470	0,440	—	—	—	—	0,160
25. Stafsfurt	25,09—99,73	0,27—7,04	0—42,07	0—1,57	0—5,02	0—0,53	0—35,02	0—1,12	0—2,23	—

Analytiker: 1. *v. Kripp* 1869. 2. *Kinzelbach.* 3. *v. Kripp.* 4. *Fehling.* 5. *G. Bischof* (*Vogel* fand in diesem Steinsalze einen Rückstand, der 81,8 *Pzt.* Calciumsulfat enthielt). 6. *v. Kripp.* 7. *Schöne.* 8. *Benemann.* 9. *Rammelsberg* (läfst beim Lösen 0,48 *Pzt.* Anhydrit zurück). 10. *E. Schmidt.* 11. *Söchting.* 12. u. 13. *Berthier.* 14. *Söchting.* 15. *Simon.* 16. *Riddel.* 17. *Goefsmann.* 18. *Terreil.* 19 bis 22. *Berthier.* 23. *Battershall* 1879. 24. *C. Schmidt* 1883. 25. *Heine*, *Grund* u. A.

Digitized by Google

des Salzes, die man als Soolquellen bezeichnet, während man bei dem Wasser des Meeres und der salzigen Seen von Salzwasser spricht. Die Bezeichnung Soolquelle legt man dabei gewöhnlich nur solchen Quellen bei, deren Salzgehalt so charakteristisch hervortritt, daſs sie um dieses Gehaltes willen nutzbar gemacht werden können, in anderen Fällen spricht man von salzigen Wasserquellen und salzhaltigem oder salzigem Wasser.

Löslichkeit. Die Löslichkeit des Kochsalzes in Wasser steigt mit dessen Temperatur. Mit steigendem Kochsalzgehalte erhöht sich der Siedepunkt und vermindert sich der Gefrierpunkt der Lösung.

Es lösen (nach *Poggiale*) 100 *Tle.* Wasser bei verschiedenen Temperaturen folgende Mengen Kochsalz:

	Tle.		*Tle.*
bei — 15° *C.*	32,73	bei + 40° *C.*	36,64
— 10	33,49	60	37,25
— 5	34,22	70	37,88
0	35,52	80	38,22
+ 5	35,63	90	38,87
9	35,74	100	39,61
14	35,87	109,7	40,30
25	36,13		

Daraus ergiebt sich folgender Prozentgehalt an Salz für eine

	Tle.
bei — 15° *C.* gesättigte Lösung	24,66
0 „ „	26,21
+ 5 „ „	26,27
109,7 „ „	28,75

Nach anderen sind die Löslichkeitsverhältnisse folgende. 100 *Tle.* Wasser lösen Chlornatrium:

	Nach *Raupenstrauch* (1885)	Nach *Andreae*
bei 0° *R.*	35,571	35,63
10	35,684	35,69
20	35,835	35,83
30	36,079	36,03
40	36,361	36,32
50	36,699	36,67
60	37,091	37,06
70	37,541	37,51
80	38,046	38,00

Auf Grund angestellter Versuche von *Gay-Lussac*, *Karsten*, *v. Unger* u. A. sind Formeln konstruirt, nach denen sich die Löslichkeit bei verschiedenen Temperaturen berechnen läſst. *Buchholz* giebt eine auf die *Gay-Lussac*schen Versuche basirte Formel wie folgt an:

$$s = 36{,}2031 - 0{,}43\sqrt{t} + 0{,}09344\,t.$$

Digitized by Google

Es bezeichnet s die Teile Salz, welche 100 *Tle.* Wasser von t^0 *R.* auflösen.

Aus den gefundenen Zahlen läfst sich der Prozentgehalt $= p$ berechnen, denn es ist $p = \frac{100\,s}{100 + s}$.

de Coppet gab 1883 für die Löslichkeit der Haloide von Natrium und Kalium folgendes Schema:

Löslichkeit s, Temperatur t (*Celsius*).

Natrium-
- chlorid $s = 34{,}359 + 0{,}0527\,t$, aber $t > 20^0$,
- bromid $s = 110{,}340 + 0{,}1075\,t$,
- jodid $s = 264{,}190 + 0{,}3978\,t$,

Kalium-
- chlorid $s = 28{,}51 + 0{,}2837\,t$,
- bromid $s = 54{,}43 + 0{,}5128\,t$,
- jodid $s = 126{,}23 + 0{,}8088\,t$.

G. Karsten fand, auf seine Versuche gestützt, folgende Formel für die Löslichkeit von Kochsalz:

$$p = 26{,}519 + 0{,}0169559\,t + 0{,}0000901615\,t^2$$

für Celsiusgrade und

$$p = 26{,}519 + 0{,}0211949\,t + 0{,}0001408777\,t^2$$

für Réaumurgrade.

Aus diesen Formeln berechnet sich der Wert für p in folgender Weise, d. h. 100 *Tle.* gesättigter Lösung enthalten:

Temperaturgrade Réaumur	Nach *Buchholz*	Nach *Karsten*	Temperaturgrade Réaumur	Nach *Buchholz*	Nach *Karsten*
0	26,488	26,519	50	27,449	27,931
5	26,313	26,628	55	27,617	28,111
10	26,350	26,745	60	27,787	28,298
15	26,438	26,869	65	28,023	28,492
20	26,551	26,999	70	28,133	28,693
25	26,680	27,137	75	28,309	28,901
30	26,821	27,282	80	28,486	29,116
35	26,970	27,433	85	28,664	29,338
40	27,125	27,592	siedend	28,763	
45	27,285	27,758			

(Siehe die in den folgenden Abschnitten enthaltenen Tabellen.)

Hiernach ist die Löslichkeit des Kochsalzes bei verschiedenen Temperaturen nicht sehr verschieden. Als geringste Menge Kochsalz, die noch eine gesättigte Lösung geben könnte, wenn bei der dann erforderlichen niedrigen Temperatur die Lösung noch flüssig erhalten bliebe, ist nach *Karsten* ein Gehalt von 25,722 *Pzt.* anzusehen. Um

Digitized by Google

eine Lösung mit 25,722 *Pzt.* Kochsalz als gesättigte Lösung zu erhalten, würde eine Abkühlung auf — 94,0307° *C.* erforderlich sein. Es würden ferner einem Salzgehalte von

25,8 *Pzt.* . . . . . — 62° *C.*,
25,9 „ . . . . . — 49,8 „
26 „ . . . . . — 39,1 „
26,1 „ . . . . . — 29,7 „
26,2 „ . . . . . — 21,4 „

der gesättigten Lösung entsprechen. Diese Lösungen kommen jedoch gesättigt nicht vor. Vielmehr ist ein Prozentgehalt von 26,3 bei — 14° *C.* der geringste für eine gesättigte Lösung. Der höchste Kochsalzgehalt einer gesättigten Lösung bei gewöhnlichem Luftdruck ist 29,4 *Pzt.* bei einer Temperatur von 107,9° *C.* (nach *Karsten*), während eine Soole von 29,5 *Pzt.* Salzgehalt erst bei 110,6° gesättigt wäre, jedoch schon bei 109,04° sieden würde.

Eine bei 15° *R.* oder 18,75° *C.* gesättigte Kochsalzlösung enthält 26,875 *Pzt.* Kochsalz.

Unter Druck erhöht sich die Löslichkeit etwas. Für 100 Atmosphären Druck nimmt die Löslichkeit in Wasser um 0,419 zu, wenn man die Menge des ohne Druck bis zur Sättigung gelösten Salzes gleich 100 setzt. Bis zu 40 Atmosphären Druck ändert sich die Löslichkeit kaum.

Bei der Auflösung des Kochsalzes in Wasser wird Wärme gebunden, es erfolgt eine Temperaturerniedrigung. Für verschiedene Salze ist diese Temperaturerniedrigung verschieden. Nach Versuchen, die in den Schriften der Berliner Akademie (1841) mitgeteilt sind, giebt *Karsten* folgende Zusammenstellung über Temperaturveränderungen, wenn 15 *g* irgend eines Salzes mit 60 *g* eines anderen, bei 15° *R.* in gesättigter Lösung befindlichen Salzes aufgelöst werden.

Gelöst werden 15 *g*	in Wasser oder einer Lösung, gesättigt mit 60 *g*	Temperatur nach der Lösung *R*	Temperaturunterschied gegen 15° *R.* Anfangstemperatur
Kochsalz	Wasser	13,3	— 1,7
„	Salpetersaurem Kalium .	15,6	+ 0,6
„	Salmiak	18,65	+ 3,65
„	Salpetersaurem Natrium	18,05	+ 3,05
„	Schwefelsaurem Natrium	16,4	+ 1,4
„	„ Kupfer .	11,7	— 3,3
Salmiak	Wasser	2,85	— 12,15
„	Kochsalz	8,3	— 6,7
„	Salpetersaurem Kalium .	4,9	— 10,1
Salpetersaures Natrium .	Wasser	7,43	— 7,57
„ „ .	Salmiak	7,7	— 7,3

Digitized by Google

Gelöst werden 15 *g*	in Wasser oder einer Lösung, gesättigt mit 60 *g*	Temperatur nach der Lösung *R*	Temperaturunterschied gegen 15° *R.* Anfangstemperatur
Salpetersaures Natrium .	Kochsalz	8,75	— 6,25
„ „ .	Chlorbaryum	12,8	— 2,2
„ „ .	Salpetersaurem Blei . .	8,6	— 6,4
„ „ .	„ Kalium .	7,6	— 7,4
„ Kalium .	Wasser	6,5	— 8,5
„ „ .	Salmiak	7,2	— 7,8
„ „ .	Salpetersaurem Blei . .	7,4	— 7,6
„ „ .	Kochsalz	7,5	— 7,5
„ „ .	Salpetersaurem Natrium	9,35	— 5,65
„ „ .	„ Baryum .	7,2	— 7,8
Salpeters. Ammonium .	Wasser	3,7	— 11,3
Salpetersaures Baryum .	„	13,3	— 1,7
„ „ .	Salpetersaurem Kalium .	14,4	— 0,6
„ Blei . .	Wasser	11,9	— 3,1
Schwefelsaures Kalium .	„	12,7	— 2,3
„ Natrium	„	8,5	— 6,5
„ „ .	Kochsalz	11,2	— 3,8
Chlorkalium	Wasser	5,55	— 9,45
Schwefelsaures Kupfer .	„	13,18	— 1,82
„ „ .	Kochsalz	11,1	— 3,9
„ Zink . .	Wasser	12,5	— 2,5
„ „ . .	Chlorbaryum	14,6	— 0,4
„ „ . .	Schwefelsaurem Kalium	13,6	— 1,4
„ Magnesium	Wasser	12,4	— 2,6
Chlorbaryum	„	11,4	— 3,6
„	Salpetersaurem Natrium	15,55	+ 0,55

Nach *Gay-Lussac* bringen 50 *g* Kochsalz, wenn sie in 200 *g* Wasser aufgelöst werden, eine Erniedrigung der Temperatur von 1,9° *C.* (1,52° *R.*) und 20 *g* Chlorkalium eine Temperaturerniedrigung von 11,4° *C.* (9,12° *R.*). Diese verschiedene Eigenschaft ist von *Gay-Lussac* dazu benutzt worden, um in einem Gemisch von Chlorkalium und Chlornatrium das Mischungsverhältnis der beiden Salze zu bestimmen.

Löst man 50 *g* des Salzgemisches in 200 *g* destillirtem Wasser auf, so kann man aus dem Grade der Temperaturerniedrigung den Gehalt der Salze berechnen. (S. die erste Tabelle a. f. S.)

Die Anwendung des Kochsalzes zur Erzeugung von Kältemischungen beruht weniger darauf, dafs sich beim Auflösen von Kochsalz in Wasser die Temperatur ermäfsigt, als dafs bei Mischung von Kochsalz mit Schnee oder zerstofsenem Eis, letztere durch das Kochsalz in beschleunigtem Mafse zum Schmelzen gebracht und die zur Überführung von

Digitized by Google

Eis in Wasser erforderliche Wärme gebunden und der Mischung entzogen wird. Durch Zusatz von Salmiak wird die Wirkung noch erhöht.

Bei einer Temperaturerniedrigung von °C.	beträgt in 100 *Tln.* der Gehalt an Kochsalz	Chlorkalium
1	100	—
2	98,95	1,05
3	88,42	11,58
4	77,90	22,10
5	67,37	32,63
6	56,84	43,16
7	46,32	53,68
8	35,79	64,21
9	25,26	74,74
10	14,74	85,26
11	4,21	95,79
11,4	—	100

Siedepunkt der Kochsalzlösungen.

Der Siedepunkt der Kochsalzlösungen erhöht sich mit steigendem Salzgehalt wie folgt:

Prozentgehalt	Siedepunkt	Prozentgehalt	Siedepunkt	Prozentgehalt	Siedepunkt
0,0	+ 100	9	102,11	20	105,46
0,1	100,02	9,5	102,24	20,5	105,63
0,2	100,04	10	102,38	21	105,81
0,3	100,06	10,5	102,52	21,5	105,98
0,4	100,08	11	102,66	22	106,16
0,5	100,10	11,5	102,80	22,5	106,34
1	100,21	12	102,94	23	106,52
1,5	100,31	12,5	103,08	23,5	106,70
2	100,42	13	103,23	24	106,89
2,5	100,53	13,5	103,38	24,5	107,08
3	100,64	14	103,53	25	107,27
3,5	100,75	14,5	103,68	25,5	107,46
4	100,87	15	103,83	26	107,65
4,5	100,98	15,5	103,99	26,5	107,84
5	101,10	16	104,14	27	108,04
5,5	101,22	16,5	104,30	27,5	108,24
6	101,34	17	104,46	28	108,43
6,5	101,46	17,5	104,63	28,5	108,63
7	101,59	18	104,79	29	108,83
7,5	101,72	18,5	104,95	29,4	108,99
8	101,85	19	105,12	29,5	109,04
8,5	101,98	19,5	105,28	(30	109,25)

Digitized by Google

Die Erhöhung des Siedepunktes nimmt bei reicheren Lösungen etwas stärker zu als bei schwachen. Die Angaben beziehen sich auf den mittleren Atmosphärendruck von 76 *cm* Quecksilbersäule.

Gefrierpunkt der Kochsalzlösungen.

Mit zunehmendem Salzgehalte sinkt der Gefrierpunkt der Kochsalzlösungen in folgender Weise:

Prozentgehalt	Frostpunkt	Prozentgehalt	Frostpunkt	Prozentgehalt	Frostpunkt	Prozentgehalt	Frostpunkt
0,0	0	1,8	1,37	3,6	2,73	11,5	8,52
0,1	— 0,08	1,9	1,45	3,7	2,81	12	8,88
0.2	0,15	2	1,52	3,8	2,88	12,5	9,23
0,3	0,23	2,1	1,60	3,9	2,96	13	9,59
0,4	0,31	2,2	1,68	4	3,03	14	10,29
0,5	0,38	2,3	1,75	4,5	3,40	15	10,99
0,6	0,46	2,4	1,83	5	3,78	16	11,69
0,7	0,54	2,5	1,90	5,5	4,14	17	12,39
0,8	0,61	2,6	1,98	6	4,52	18	13,07
0,9	0,69	2,7	2,05	6,5	4,89	19	13,76
1	0,76	2,8	2,13	7	5,26	20	14,44
1,1	0,84	2,9	2,20	7,5	5,62	21	15,11
1,2	0,92	3	2,28	8	5,99	22	15,78
1,3	0,99	3,1	2,35	8,5	6,35	23	16,45
1,4	1,07	3,2	2,43	9	6,72	24	17,11
1,5	1,14	3,3	2,50	9,5	7,08	25	17,77
1,6	1,22	3,4	2,58	10	7,44	26	18,42
1,7	1,30	3,5	2,66	10,5	7,80	(27	19,07)
				11	8,16		

Beim Gefrieren der Soolen scheidet sich Eis aus. Dies enthält bei schwachen Soolen sehr wenig, bei steigendem Salzgehalte mehr Salz, aber immer weniger als die zurückbleibende Soole. Durch Ausfrieren des Eises wird deshalb die Soole reicher.

Bei der Konzentrirung einer Lösung von 5 auf $6^1/_2$ *Pzt.* Kochsalz hält das ausgeschiedene Eis etwa 2 *Pzt.*, bei der Konzentration von 12 auf $13^1/_2$ *Pzt.* gegen 4,8 *Pzt.* Kochsalz zurück. Lösungen mit 26,3 *Pzt.* Kochsalzgehalt und darüber können nur unter Ausscheidung von Kochsalz gefrieren, da ihre Sättigungstemperatur über dem Gefrierpunkte liegt. Eine Soole von 26,3 *Pzt.* Kochsalzgehalt hat die Sättigungstemperatur bei — 14°, friert aber unter Ausscheidung von Eis (und Salz) erst bei —18,61°. Mit zunehmendem Kochsalzgehalte steigt die Sättigungstemperatur, während der Gefrierpunkt sinkt. Nur Soole bis zu etwa 26,2 *Pzt.* wird noch gefrieren, ohne vorher Salz abzuscheiden.

Digitized by Google

Veränderungen des Volumens.

Mit der Veränderung der Temperatur erleidet auch das Volumen der Salzlösungen geringe Veränderungen. Das Volumen vermindert sich bei der Abkühlung und vergrößert sich bei der Erwärmung. Das Volumen verändert sich bei der Auflösung des Salzes und bei der Mischung von Soolen mit verschiedenem Salzgehalte (s. S. 38 und die folgenden Abschnitte).

Wärmecapacität.

Mit zunehmendem Salzgehalte nimmt die Wärmecapacität der Soolen ab. Setzt man die Wärmecapacität des Wassers = 1, so ist die einer

5	prozentigen	Soole	0,9707
10	„	„	0,9408
15	„	„	0,9102
20	„	„	0,8784
25	„	„	0,8453

Das heifst, mit derselben Wärmemenge, mit der man 1 *cbm* Wasser von 0° auf 100° erwärmen kann, wird man 1 *cbm* einer 25 prozentigen Soole von 0° auf $\frac{100}{0{,}8453} = 118{,}3°$ erwärmen können, oder, da die Soole bei dieser Temperatur schon versiedet, wird man 1,183 *cbm* 25 prozentige Soole ebenfalls auf 100° erwärmen können. Der Grund dieses Verhaltens liegt darin, dafs die spezifische Wärme des Kochsalzes weit geringer ist als die des Wassers, nämlich 0,226 nach *Gadolin* und 0,21401 nach *Regnault*.

Die Leitungsfähigkeit der Salzlösungen für Wärme wächst mit dem Salzgehalte. *Karsten* giebt hierfür folgende Zahlen an, wenn die Leitungsfähigkeit des Wassers 1 gesetzt wird.

Die Leitungsfähigkeit beträgt bei einer

5	prozentigen	Soole	1,0302
10	„	„	1,0629
15	„	„	1,0987
20	„	„	1,1384
25	„	„	1,1830

Die Verdunstungsfähigkeit der Soolen nimmt mit zunehmendem Salzgehalte ab. Unter der Verdunstungsfähigkeit versteht man das Verhältnis der Wassermenge, die in einer gewissen Zeit und bei einer bestimmten Temperatur aus der Soole verdampft, zu der aus reinem Wasser unter gleichen Umständen verdampfenden Menge. Wird die Verdunstungsfähigkeit des Wassers gleich 1 gesetzt, so ist die einer

5	prozentigen	Soole	0,8768
10	„	„	0,7780
15	„	„	0,7044
20	„	„	0,6583
25	„	„	0,6429

Digitized by Google

Die Kenntnis dieser Verhältnisse ist wichtig für die verschiedenen Verfahren zur Anreicherung der Soolen durch Verdunstung und für die Salzgewinnung. Nach *Bischofs* Untersuchungen[1]) soll die Verdunstungsfähigkeit für eine bestimmte Kochsalzlösung bei allen Temperaturen zwischen 7,5 bis 90° gleich sein. *Senff* hat dies letztere nicht bestätigt gefunden. [Im übrigen s. Tabelle S. 48 u. 49.]

Die Dichtigkeit der Soole oder das spezifische Gewicht steht in Abhängigkeit von dem Gehalte der Soolen an Kochsalz. Die mittlere Dichtigkeit der reinen Kochsalzlösungen ist gröfser, als die ihrer Bestandteile. Ein Gesetz für die Zusammenziehung ist noch nicht ermittelt, um ohne weiteres aus dem spezifischen Gewichte den Kochsalzgehalt berechnen zu können. Man hat vielmehr das spezifische Gewicht von Kochsalzlösungen mit bekanntem Gehalte bei einer gewissen Temperatur ermittelt (s. Tabellen von *Bischof* und *Karsten*) und nach diesen Ermittelungen Formeln, sogenannte Gehaltsformeln, aufgestellt, mit denen man aus dem spezifischen Gewichte und unter Berücksichtigung gewisser, durch Versuche ermittelter Coëfficienten den Prozentgehalt und die Kilogrammigkeit berechnen kann.

Auf diese Angaben gestützte Formeln und danach berechnete Sooltafeln sind von *Langsdorf*, *Schlönbach I* und *II*, *Meyer*, *Bischof I* und *II*, *Buchholz* und *G. Karsten* angegeben worden (z. B. in *Karstens Arch.* 2. R., **20**, 11, und **23**, 626; *Pr. Z.* 1856, **3**, 277; *Karstens* Salinenkunde, 2. Tl., S. 128 ff.).

Eine einfache Formel, um den Prozentgehalt aus dem spezifischen Gewichte herzuleiten, die aber nicht genaue Angaben liefert, ist

$$s = 1 + 0{,}00754 \,.\, p$$

bei 18° *C.*

Tabelle von *Karsten* bei + 4° *C.*

Prozent Kochsalz	Spezifisches Gewicht	Prozent Kochsalz	Spezifisches Gewicht	Prozent Kochsalz	Spezifisches Gewicht
0	1,000 000	9	1,068 349	18	1,138 504
1	1,007 562	10	1,076 022	19	1,146 489
2	1,015 125	11	1,083 719	20	1,154 520
3	1,022 694	12	1,091 444	21	1,162 601
4	1,030 269	13	1,099 199	22	1,170 734
5	1,037 855	14	1,106 985	23	1,178 921
6	1,045 455	15	1,114 807	24	1,187 165
7	1,053 068	16	1,122 666	25	1,195 469
8	1,060 698	17	1,130 564	26	1,203 835

[1]) *Gilberts Ann.* 1810, **35**, 311. *Karstens Arch.*, 1. R., 1823, **7**, 3 (*Bischof*), 1825, **9**, 188 (*Frank*), 1826, **11**, 222 (*Bischof*).

Digitized by Google

Tabelle von *Bischof* bei 18,75° *C.*

Prozent Kochsalz	Specifisches Gewicht	Prozent Kochsalz	Spezifisches Gewicht	Prozent Kochsalz	Spezifisches Gewicht
0	1,00 000	9	1,06 539	18	1,13 443
1	1,00 712	10	1,07 286	19	1,14 237
2	1,01 427	11	1,08 038	20	1,15 038
3	1,02 146	12	1,08 795	21	1,15 844
4	1,02 868	13	1,09 556	22	1,16 657
5	1,03 594	14	1,10 323	23	1,17 476
6	1,04 324	15	1,11 095	24	1,18 302
7	1,05 058	16	1,11 872	25	1,19 135
8	1,05 796	17	1,12 655	26	1,19 975

Die Untersuchungen mit chemisch reinem Kochsalz haben nach *Gerlach* folgende Verhältniszahlen ergeben:

Prozente	Spezifisches Gewicht	Prozente	Spezifisches Gewicht	Prozente	Spezifisches Gewicht
1	1,00 725	10	1,07 335	19	1,14 315
2	1,01 450	11	1,08 097	20	1,15 107
3	1,02 174	12	1,08 859	21	1,15 931
4	1,02 899	13	1,09 622	22	1,16 755
5	1,03 624	14	1,10 384	23	1,17 580
6	1,04 366	15	1,11 146	24	1,18 404
7	1,05 108	16	1,11 938	25	1,19 228
8	1,05 851	17	1,12 730	26	1,20 098
9	1,06 593	18	1,13 523	26,395	1,20 433

Nach *Michel* und *Krafft* enthält 1 *Liter* bei 15° *C.* gesättigter Kochsalzlösung 318,479 *g* Salz und 888,669 *g* Wasser bei 1,207148 *spf. Gew.*

Die Temperatur ist von Einfluſs auf das spezifische Gewicht, da die Dichtigkeit bei steigender Temperatur abnimmt. Sie muſs deshalb bei Gehaltsermittelungen in Rücksicht gezogen werden. Man hat dazu besondere Reduktionstafeln zusammengestellt, die die spezifischen Gewichte für verschiedene Temperaturen enthalten, denen die entsprechenden spezifischen Gewichte für bestimmte Normaltemperaturen, z. B. für 15° *R.*, nach denen die Sooltabellen berechnet sind, gegenübergestellt sind (*Buchholz* in *Pr. Z.* 1856, 3, 289).

Nach *Karsten* sind bei Kochsalzlösungen die Veränderungen des spezifischen Gewichtes bei verschiedenen Wärmegraden regelmäſsiger, als beim Wasser. Die Unterschiede sind für gleiche Temperaturveränderungen gröſser und vergröſsern sich mit dem Salzgehalte. Wasser vermindert das spezifische Gewicht bei einer Temperaturerhöhung von

Digitized by Google

0 bis 100° *C.* um 0,035515, eine 5prozentige Kochsalzlösung dagegen um 0,039297 und eine 26prozentige Kochsalzlösung sogar um 0,060719.

Aufser nach der Dichtigkeit, d. h. nach dem spezifischen Gewichte, und nach dem Prozentgehalte an Kochsalz bezeichnet man den Gehalt der Soolen auch nach Pfündigkeit und Kilogrammigkeit und nach Grädigkeit.

Während der Prozentgehalt (auch Lötigkeit bezeichnet) die Gewichtsmenge Salz angiebt, die in 100 *Gew.-Tln.* Soole enthalten sind, bezeichnet die Pfündigkeit der Soole die Pfundmenge Salz, die in einem Kubikfufs Soole enthalten ist. An deren Stelle hat man, der neuen Mafs- und Gewichtseinheit Rechnung tragend, die Kilogrammigkeit gesetzt. Diese giebt die Gewichtsmenge Salz in Kilogramm an, die sich in einem Kubikmeter Soole befindet. Wasserpfündigkeit und Wasserkilogrammigkeit bezeichnet dagegen die Gewichtsmenge Wasser in Pfund und Kilogramm, die in obigen Raumeinheiten Soole enthalten ist.

Die Grädigkeit der Soole bezeichnet die Gewichtsteile Wasser, die in einer Soole auf einen Gewichtsteil Salz kommen. Eine 16 grädige Soole hat danach auf 1 *Gew.-Tl.* Kochsalz 16 *Gew.-Tle.* Wasser.

Die Abhängigkeit des Prozentgehaltes p von der Grädigkeit g einer Soole ergiebt sich aus den Gleichungen:

$$g = \frac{100 - p}{p} = \frac{100}{p} - 1; \; p = \frac{100}{g + 1}.$$

Die Pfündigkeit P berechnet man aus dem absoluten Gewichte von einem Kubikfufs Soole $= G$ (aus dem absoluten Gewichte derselben Mafseinheit Wasser und dem spezifischen Gewichte der Soole zu finden) und dem nach dem spezifischen Gewichte aus der Sooltafel entnommenen Prozentgehalt (p) nach der Formel:

$$P = \frac{p\,G}{100} \text{ oder auch } = \frac{G}{g + 1}.$$

Die Kilogrammigkeit K berechnet sich ebenso

$$K = \frac{p \cdot G_1}{100},$$

wobei G_1 das absolute Gewicht eines Kubikmeters Soole von dem ermittelten spezifischen Gewichte ist. Annähernd findet man K, wenn man das Produkt aus den Zahlen, die das spezifische Gewicht und den zugehörigen Prozentgehalt angeben, mit 10 multiplicirt.

Nach *Buchholz* ist:

$$p = \frac{13900\,m}{103 - \sqrt{m}\,(1000 + m)} \text{ und } \pi = \frac{9{,}174\,m}{103 - \sqrt{m}},$$

Digitized by Google

wobei p die Gewichtsprozente Salz in der Auflösung, m die Übergewichtsgrade oder Tausendteile sind, um die die Soolenschwere die Schwere des Wassers, = 1000 bei 15° *R.* gesetzt, übertrifft, π die Salzmenge in preußischen Pfunden angiebt, die in einem preußischen Kubikfuß Lösung enthalten ist.

Aus diesen Formeln findet man den Chlornatriumgehalt der Auflösung für die verschiedenen spezifischen Gewichte von 1,001 bis 1,20467 in Prozenten und preußischen Pfunden in einem preußischen Kubikfuß oder Kilogrammen im Kubikmeter, die in der folgenden Tabelle für 15° *R.* = 18,75° *C.* zusammengestellt sind (*Pr. Z.* 1856, 3, 278).

Soolgehaltstabelle.

Spezif. Gewicht	Prozentgehalt	Pfd. Salz in 1 Kbffs.	kg Salz in 1 cbm	kg Wasser in 1 cbm
1,001	0,1361	0,0899	1,4538	998,0817
1,002	0,2731	0,1806	2,9205	997,6136
1,003	0,4105	0,2718	4,3953	997,1373
1,004	0,5483	0,3633	5,8749	996,6562
1,005	0,6863	0,4552	7,3609	996,1688
1,006	0,8245	0,5474	8,8518	995,6764
1,007	0,9628	0,6399	10,3477	995,1791
1,008	1,1013	0,7327	11,8483	994,6770
1,009	1,2398	0,8257	13,3522	994,1716
1,010	1,3785	0,9189	14,8593	993,6631
1,011	1,5172	0,0123	16,3697	993,1512
1,012	1,6559	0,1060	17,8849	992,6345
1,013	1,7947	0,1999	19,4033	992,1147
1,014	1,9335	1,2940	20,9249	991,5916
1,015	2,0723	1,3882	22,4483	991,0668
1,016	2,2111	1,4827	23,9764	990,5372
1,017	2,3499	1,5773	25,5062	990,0059
1,018	2,4887	1,6721	27,0391	989,4716
1,019	2,6275	1,7671	28,5754	988,9338
1,020	2,7662	1,8622	30,1132	988,3945
1,021	2,9049	1,9575	31,6543	987,8520
1,022	3,0436	2,0530	33,1986	987,3062
1,023	3,1823	2,1486	34,7445	986,7589
1,024	3,3209	2,2444	36,2937	986,2082
1,025	3,4594	2,3403	37,8445	985,6559
1,026	3,5979	2,4364	39,3985	985,1005
1,027	3,7364	2,5326	40,9541	984,5434
1,028	3,8748	2,6290	42,5129	983,9831
1,029	4,0131	2,7255	44,0734	983,4212
1,030	4,1514	2,8221	45,6355	982,8576

Digitized by Google

Spezif. Gewicht	Prozentgehalt	Pfd. Salz in 1 Kbffs.	kg Salz in 1 cbm	kg Wasser in 1 cbm
1,031	4,2896	2,9189	47,2008	982,2908
1,032	4,4277	3,0158	48,7678	981,7224
1,033	4,5658	3,1128	50,3364	981,1523
1,034	4,7038	3,2100	51,9082	980,5791
1,035	4,8417	3,3073	53,4816	980,0042
1,036	4,9795	3,4048	55,0582	979,4261
1,037	5,1172	3,5023	56,6349	978,8480
1,038	5,2549	3,6000	58,2148	978,2666
1,039	5,3925	3,6979	59,7979	977,6820
1,040	5,5300	3,7958	61,3810	977,0975
1,041	5,6674	3,8938	62,9657	976,5113
1,042	5,8047	3,9920	64,5537	975,9219
1,043	5,9420	4,0903	66,1433	975,3308
1,044	6,0791	4,1887	67,7345	974,7381
1,045	6,2161	4,2873	69,3289	974,1423
1,046	6,3531	4,3859	70,9234	973,5463
1,047	6,4900	4,4847	72,5210	972,9472
1,048	6,6267	4,5836	74,1203	972,3465
1,049	6,7634	4,6826	75,7213	971,7440
1,050	6,9000	4,7817	77,3238	971,1401
1,051	7,0364	4,8809	78,9279	970,5345
1,052	7,1728	4,9802	80,5337	969,9272
1,053	7,3090	5,0796	82,1410	969,3185
1,054	7,4452	5,1792	83,7517	968,7063
1,055	7,5812	5,2788	85,3623	968,0942
1,056	7,7172	5,3786	86,9761	967,4790
1,057	7,8530	5,4784	88,5899	966,8637
1,058	7,9888	5,5784	90,2070	966,2451
1,059	8,1244	5,6785	91,8257	965,6250
1,060	8,2599	5,7786	93,4444	965,0048
1,061	8,3953	5,8789	95,0664	964,3814
1,062	8,5307	5,9793	96,6899	963,7564
1,063	8,6659	6,0798	98,3151	963,1297
1,064	8,8009	6,1804	99,9418	962,5016
1,065	8,9359	6,2811	101,5702	961,8717
1,066	9,0708	6,3818	103,1986	961,2418
1,067	9,2055	6,4827	104,8302	960,6088
1,068	9,3402	6,5837	106,4635	959,9740
1,069	9,4747	6,6848	108,0984	959,3377
1,070	9,6091	6,7860	109,7349	958,6997
1,071	9,7434	6,8872	111,3713	958,0618
1,072	9,8776	6,9886	113,0110	957,4207
1,073	10,0117	7,0901	114,6524	956,7778
1,074	10,1457	7,1917	116,2953	956,1334
1,075	10,2795	7,2933	117,9383	955,4890

Digitized by Google

Spezif. Gewicht	Prozent-gehalt	Pfd. Salz in 1 Kbffs.	kg Salz in 1 cbm	kg Wasser in 1 cbm
1,076	10,4132	7,3951	119,5845	954,8413
1,077	10,5469	7,4969	121,2307	954,1936
1,078	10,6804	7,5989	122,8800	953,5429
1,079	10,8137	7,7009	124,5295	952,8919
1,080	10,9470	7,8030	126,1805	952,2395
1,081	11,0802	7,9052	127,8332	951,5853
1,082	11,2132	8,0076	129,4890	950,9280
1,083	11,3461	8,1100	131,1450	950,2706
1,084	11,4789	8,2125	132,8025	949,6116
1,085	11,6116	8,3150	134,4600	948,9526
1,086	11,7441	8,4177	136,1207	948,2905
1,087	11,8766	8,5205	137,7830	947,6267
1,088	12,0089	8,6234	139,4470	946,9613
1,089	12,1411	8,7263	141,1110	946,2958
1,090	12,2732	8,8293	142,7766	945,6287
1,091	12,4052	8,9325	144,4454	944,9585
1,092	12,5370	9,0357	146,1143	944,2881
1,093	12,6687	9,1390	147,7847	943,6162
1,094	12,8004	9,2424	149,4567	942,9427
1,095	12,9318	9,3458	151,1288	942.2692
1,096	13,0632	9,4494	152,8040	941,5926
1,097	13,1945	9,5530	154,4794	940,9157
1,098	13,3256	9,6568	156,1579	940,2357
1,099	13,4566	9,7606	157,8364	939,5558
1,100	13,5875	9,8645	159,5166	938,8741
1,101	13,7183	9,9685	161,1984	938,1908
1,102	13,8489	10,0726	162,8817	937,5061
1,103	13,9794	10,1767	164,5651	936,8212
1,104	14,1098	10,2810	166,2517	936,1331
1,105	14,2401	10,3852	167,9367	935,4467
1,106	14,3703	10,4897	169,6265	934,7554
1,107	14,5003	10,5942	171,3164	934,0641
1,108	14,6302	10,6988	173,0080	933,3710
1,109	14,7600	10,8035	174,7010	932,6765
1,110	14,8897	10,9082	176,3940	931,9821
1,111	15,0193	11,0130	178,0887	931,2859
1,112	15,1487	11,1179	179,7850	930,5881
1,113	15,2780	11,2229	181,4830	929,8887
1,114	15,4072	11,3280	183,1825	929,1877
1,115	15,5363	11,4332	184,8837	928,4851
1,116	15,6653	11,5384	186,5848	927,7825
1,117	15,7941	11,6437	188,2876	927,0782
1,118	15,9228	11,7491	189,9920	926,3724
1,119	16,0514	11,8546	191,6980	925,6649
1,120	16,1799	11,9602	193,4057	924,9557

Digitized by Google

Spezif. Gewicht	Prozentgehalt	Pfd. Salz in 1 Kbffs.	kg Salz in 1 cbm	kg Wasser in 1 cbm
1,121	16,3082	12,0658	195,1133	924,2467
1,122	16,4365	12,1715	196,8226	923,5359
1,123	16,5645	12,2773	198,5334	922,8237
1,124	16,6925	12,3832	200,2460	922,1096
1,125	16,8204	12,4891	201,9584	921,3957
1,126	16,9482	12,5952	203,6741	920,6786
1,127	17,0758	12,7013	205,3898	919,9614
1,128	17,2033	12,8075	207,1072	919,2425
1,129	17,3307	12,9138	208,8261	918,5222
1,130	17,4579	13,0201	210,5451	917,8017
1,131	17,5851	13,1265	212,2657	917,0796
1,132	17,7121	13,2330	213,9878	916,3561
1,133	17,8390	13,3396	215,7116	915,6308
1,134	17,9657	13,4463	217,4371	914,9039
1,135	18,0924	13,5530	219,1625	914,1770
1,136	18,2189	13,6598	220,8895	913,4485
1,137	18,3454	13,7667	222,6182	912,7184
1,138	18,4717	13,8737	224,3485	911,9866
1,139	18,5978	13,9807	226,0787	911,2549
1,140	18,7239	14,0879	227,8122	910,5200
1,141	18,8498	14,1950	229,5441	909,7866
1,142	18,9757	14,3023	231,2793	909,0500
1,143	19,1014	14,4097	233,0160	908,3118
1,144	19,2269	14,5171	234,7527	907,5736
1,145	19,3524	14,6246	236,4911	906,8338
1,146	19,4777	14,7322	238,2310	906,0924
1,147	19,6029	14,8398	239,9710	905,3509
1,148	19,7280	14,9475	241,7127	904,6078
1,149	19,8530	15,0553	243,4558	903,8632
1,150	19,9779	15,1632	245,2006	903,1170
1,151	20,1026	15,2711	246,9455	902,3706
1,152	20,2272	15,3792	248,6935	901,6211
1,153	20,3517	15,4873	250,4416	900,8716
1,154	20,4761	15,5954	252,1896	900,1221
1,155	20,6004	15,7037	253,9410	899,3692
1,156	20,7245	15,8120	255,6923	898,6165
1,157	20,8486	15,9204	257,4452	897,8621
1,158	20,9725	16,0288	259,1981	897,1077
1,159	21,0963	16,1374	260,9543	896,3501
1,160	21,2199	16,2460	262,7103	895,5926
1,161	21,3435	16,3547	264,4682	894,8333
1,162	21,4669	16,4634	266,2260	894,0740
1,163	21,5903	16,5722	267,9852	893,3133
1,164	21,7135	16,6811	269,7462	892,5509
1,165	21,8365	16,7901	271,5090	891,7866

Digitized by Google

Spezif. Gewicht	Prozentgehalt	Pfd. Salz in 1 Kbffs.	kg Salz in 1 cbm	kg Wasser in 1 cbm
1,166	21,9595	16,8992	273,2731	891,0210
1,167	22,0824	17,0083	275,0373	890,2554
1,168	22,2051	17,1175	276,8032	889,4880
1,169	22,3277	17,2267	278,5690	888,7208
1,170	22,4502	17,3361	280,3381	887,9502
1,171	22,5726	17,4455	282,1073	887,1795
1,172	22,6949	17,5549	283,8763	886,4091
1,173	22,8170	17,6645	285,6487	885,6352
1,174	22,9390	17,7741	287,4210	884,8614
1,175	23,0610	17,8838	289,1949	884,0861
1,176	23,1828	17,9935	290,9689	883,3106
1,177	23,3045	18,1034	292,7460	882,5320
1,178	23,4260	18,2133	294,5231	881,7535
1,179	23,5475	18,3232	296,3003	880,9748
1,180	23,6688	18,4333	298,0808	880,1929
1,181	23,7900	18,5434	299,8611	879,4111
1,182	23,9111	18,6536	301,6432	878,6275
1,183	24,0321	18,7638	303,4251	877,8442
1,184	24,1530	18,8741	305,2088	877,0590
1,185	24,2738	18,9845	306,9940	876,2723
1,186	24,3945	19,0950	308,7810	875,4839
1,187	24,5150	19,2055	310,5678	874,6956
1,188	24,6354	19,3161	312,3564	873,9056
1,189	24,7557	19,4268	314,1464	873,1141
1,190	24,8759	19,5375	315,9365	872,3225
1,191	24,9960	19,6483	317,7282	871,5294
1,192	25,1159	19,7592	319,5216	870,7345
1,193	25,2358	19,8702	321,3165	869,9381
1,194	25,3555	19,9812	323,1115	869,1417
1,195	25,4752	20,0922	324,9064	868,3453
1,196	25,5947	20,2034	326,7047	867,5456
1,197	25,7141	20,3146	328,5028	866,7460
1,198	25,8333	20,4259	330,3026	865,9447
1,199	25,9525	20,5373	332,1040	865,1419
1,200	26,0716	20,6487	333,9055	864,3389
1,201	26,1905	20,7602	335,7085	863,5344
1,202	26,3094	20,8718	337,5132	862,7283
1,203	26,4281	20,9834	339,3178	861,9222
1,204	26,5467	21,0951	341,1241	861,1144
1,20467	26,6261	21,1700	342,3353	860,6022

Umfangreiche Versuche über das Verhalten der Auflösungen des reinen Kochsalzes in Wasser, besonders über den Zusammenhang des spezifischen Gewichtes mit dem Prozentgehalte bei verschiedenen Tem-

Digitized by Google

peraturen, über die Temperatur der Gefrier- und Siedepunkte und der Sättigungsgrade, über das Maximum der Dichtigkeit, über die Verdunstungsfähigkeit, die Wärmecapacität und das Wärmeleitungsvermögen der Kochsalzlösungen hat *G. Karsten* ausgeführt und Formeln über den Zusammenhang berechnet. Die Ergebnisse sind in ausführlichen Tabellen zusammengestellt [1]).

Karsten entwickelt für das spezifische Gewicht s einer Soole (bezogen auf Wasser von 4° *C.*), wenn p der Prozentgehalt und t die Temperatur ist, die Formel

$$s = 0{,}9998884 + 0{,}00770417\,p - 0{,}00000278\,28\,p^2 + 0{,}00000041139\,p^3 + (0{,}00005758\,36 - 0{,}00003744\,67\,p + 0{,}00000072\,1546\,p^2)\,t - (0{,}00000755\,696 - 0{,}00000043\,1235\,p + 0{,}00000000\,823049\,p^2)\,t^2 + (0{,}00000003\,429\,62 - 0{,}00000000\,127\,02\,p)\,t^3,$$

wobei die Fehlereinheiten von 25 Beobachtungen = 2020 erst auf die siebente Dezimalstelle des berechneten spezifischen Gewichtes fallen, so dafs man die spezifischen Gewichte bis zur vierten Dezimalstelle richtig erhält.

In der von *Bischof* [2]) entwickelten Formel

$$s = 13{,}20633\,59 + 0{,}61023\,37\,p + \sqrt{7533{,}14012\,75971 + 16{,}1179\,p + 0{,}37238\,5182078\,p^2}$$

ist Wasser von 15° *R.* als Einheit genommen und für $p = 0$, $s = 100$ gesetzt. Wird diese Formel auf die von *Karsten* gewählte Einheit gebracht und nach Potenzen von p entwickelt, so erhält man die Formel für s bei 15° *R.* = 18,75° *C.*

$$s = 0{,}998537 + 0{,}00702057\,p + 0{,}00002092\,5\,p^2,$$

während die *Karsten*sche Formel für s bei 18,75° *C.*

$$s = 0{,}998537 + 0{,}00714467\,p + 0{,}00000793281\,p^2 + 0{,}00000041139\,p^3$$

ergiebt. Für 4° *C.* (gröfste Dichtigkeit des Wassers) erhält man:

$$s = 1 + 0{,}0075612\,p - 0{,}00000002\,77\,p^2 + 0{,}00000041139\,p^3.$$

Nach der *Bischof*schen Formel erhält man bei gleichem spezifischen Gewichte bei derselben Temperatur und auf dieselbe Einheit zurückgeführt für die schwächeren Soolen einen etwas kleineren und für die konzentrirteren Soolen einen etwas gröfseren Prozentgehalt, als nach den *Karsten*schen Formeln.

Die Formel für das spezifische Gewicht des Wassers s_w ist (nach *Hallström*):

$$s_w = 0{,}9998884 + 0{,}00005758\,36\,t - 0{,}00000755\,696\,t^2 + 0{,}00000003\,429\,62\,t^3.$$

---

[1]) *Karstens Arch.*, 2. R., 20, 3.
[2]) *Gilberts Ann.* 1810, 35, 336.

Digitized by Google

Für die Abhängigkeit des Gefrierpunktes t_f der Soole vom Kochsalzgehalte berechnet *Karsten* folgende Formel:

$$t_f = 0 - 0{,}7663855\,p + 0{,}0022244\,2\,p^2,$$

wobei der wahrscheinliche Fehler sich nur zu 0,19° ermittelt.

Für die Berechnung des Siedepunktes t_k der Soolen ermittelt *Karsten* die Formel:

$$t_k = 100 + 0{,}20274\,p + 0003515\,p^2.$$

Der wahrscheinliche Fehler berechnet sich dabei zu 0,154°.

Einen Vergleich der *Karsten*schen Berechnung mit denen von *Bischof* und *Legrand* giebt folgende Zusammenstellung.

Es ist der Siedepunkt, wenn der Prozentgehalt

$p =$	nach *Bischof*	nach *Karsten*	nach *Legrand*
0	100	100	100
5	101,50	101,10	100,80
10	103,03	102,38	101,75
15	104,63	103,83	103,00
20	106,26	105,46	104,60
25	107,93	107,27	106,60

Für das Verhältnis des Sättigungsgrades (p_s) einer Kochsalzlösung zur Temperatur (t) dient nach *Karsten* folgende Formel:

$$p_s = 26{,}519 + 0{,}0169559\,t + 0{,}0000901615\,t^2.$$

Der wahrscheinliche Fehler ist dabei $0{,}0346\,p$. Will man aber für einen bestimmten Prozentgehalt (p) die Sättigungstemperatur (t_s) ermitteln, so giebt obige Formel:

$$t_s = -94{,}0307 + \sqrt{8841{,}78 + \frac{p - 26{,}519}{0{,}000090161 5}}.$$

t_s wird $-94{,}0307°$, wenn $p = 25{,}722$ gesetzt wird. Für ein kleineres p wird der Wert unter dem Wurzelzeichen negativ, also t_s dann imaginär, woraus auf die Unmöglichkeit der Sättigung bei geringerem Prozentgehalte geschlossen wird, selbst wenn Soolen bei dieser Temperatur flüssig erhalten bleiben könnten.

Aus der Form der Gleichung für p_s ist zu schliefsen, dafs die Kochsalzlösungen kein Maximum des Prozentgehaltes haben, sondern dafs mit steigender Temperatur auch der Prozentgehalt weiter wächst. Die Gleichungen für t_s, t_k, t_f lassen darauf schliefsen, dafs es bestimmte Soolen geben mufs, deren Sättigungstemperatur unter gewöhnlichem Luftdruck mit der Siedetemperatur, und ebenso solche, deren Gefrierpunkt mit der Sättigungstemperatur zusammenfällt.

Für eine Soole mit $p = 29{,}4$ findet man:

$$t_k = 108{,}99°, \quad t_s = 107{,}9°,$$

für eine Soole mit $p = 29{,}5$ dagegen:

$$t_k = 109{,}04°, \quad t_s = 110{,}6°,$$

Digitized by Google

also bei einem Prozentgehalte zwischen 29,4 und 29,5 wird die Sättigungstemperatur und die Siedetemperatur zusammenfallen.

Für eine Soole mit $p = 26{,}3$ findet man:

$$t_f = -18{,}61^0, \quad t_s = -14{,}0^0,$$

und für eine Soole mit $p = 26{,}2$ findet man:

$$t_f = -18{,}55^0, \quad t_s = -21{,}4^0,$$

also bei einem Prozentgehalte zwischen 26,2 und 26,3 wird die Sättigungstemperatur mit der Gefriertemperatur zusammenfallen.

Da die Dichtigkeit der Kochsalzlösung bei verschiedenen Temperaturen verschieden ist, so war es von Interesse, festzustellen, ob die Soolen ähnlich wie Wasser bei einer bestimmten Temperatur ein Maximum der Dichtigkeit aufweisen.

Karsten fand für die Temperatur des Maximums der Dichtigkeit (t_m) folgende Gleichung:

$$t_m = 3{,}92 - 2{,}4\,p - 0{,}06\,p^2 + 0{,}00007\,p^3.$$

Die Temperatur, bei welcher die Soolen die gröfste Dichtigkeit haben, nimmt mit wachsendem Prozentgehalte schnell ab, so dafs sie schon bei wenigen Prozenten unterhalb des Gefrierpunktes der Soolen sinkt und dann nicht mehr beobachtet werden kann.

Nach einer anderen Methode angestellte Beobachtungen, nämlich nach der Dauer der Abkühlungs- und Erwärmungszeiten, die, wie angenommen wird, am längsten bei gröfster Dichtigkeit der Soole sind, führten *Karsten* zur Entwickelung der Gleichung:

$$t_m = 3{,}92 - 2{,}337\,68\,p - 0{,}104\,332\,p^2 + 0{,}002\,051\,3\,p^3,$$

die bei niedrigem Prozentgehalte annähernd dieselben Ergebnisse wie die erstere liefert. Die Fehlergrenze ist dabei 0,082°.

Für eine Soole, deren spezifisches Gewicht bei 18,75° C. = 1,018 508 ist, findet man annähernd:

$$p = 2{,}8; \quad t_f = -2{,}1^0\ C.; \quad t_m = -3{,}2^0\ C.;$$

für eine Soole, deren spezifisches Gewicht bei 18,75° C. = 1,008 523 ist, sind:

$$p = 1{,}4; \quad t_f = -1{,}07^0\ C.; \quad t_m = +0{,}44^0\ C.$$

Also schon bei einem Prozentgehalte von 2,8 liegt das Maximum der Dichtigkeit unter dem Gefrierpunkte der Soole.

Für die Verdunstungsfähigkeit der Soolen hat *J. A. Bischof* Formeln entwickelt, die von *G. Karsten* umgestaltet sind.

Als Funktion von s, dem spezifischen Gewichte der Soole bei 18,75° C. (auf Wasser von derselben Temperatur bezogen), ist für die Verdunstungsfähigkeit der Soole V die Gleichung gefunden:

$$V = 14{,}78 - 23{,}814\,84\,s + 10{,}029\,32\,s^2,$$

oder wenn n das Übergewicht des spezifischen Gewichtes der Soole

Digitized by Google

Mittlere Verdunstungsfähigkeit der Soolen, wenn sie von gegebenem bis zu einem bestimmten Prozentgehalte abdunsten. (Die obersten Werte geben die Verdunstungsfähigkeit bei Beginn der Verdunstung an.)

Prozentgehalt bei Schluss der Verdunstung	Prozentgehalt bei Beginn der Verdunstung									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,97384									
2	0,96129	0,94852								
3	0,94871	0,93642	0,92397							
4	0,93645	0,92438	0,91233	0,90050						
5	0,92451	0,91265	0,90077	0,88915	0,87781					
6	0,91289	0,90105	0,88935	0,87799	0,86696	0,85613				
7	0,90159	0,88980	0,87826	0,86707	0,85622	0,84551	0,83534			
8	0,89061	0,87890	0,86755	0,85654	0,84586	0,83525	0,82514	0,81550		
9	0,87995	0,86836	0,85719	0,84702	0,83585	0,82549	0,81549	0,80585	0,79665	
10	0,86961	0,85814	0,84714	0,83648	0,82616	0,81599	0,80616	0,79669	0,78758	0,77879
11	0,85959	0,84822	0,80749	0,82635	0,81686	0,80674	0,79709	0,78781	0,77888	0,77002
12	0,84989	0,83853	0,82768	0,81740	0,80743	0,79764	0,78818	0,77908	0,77033	0,76193
13	0,84051	0,82927	0,81861	0,80850	0,79871	0,78910	0,77982	0,77091	0,76235	0,75412
14	0,83145	0,82022	0,80994	0,80000	0,79040	0,78096	0,77187	0,76314	0,75476	0,74612
15	0,82281	0,81157	0,80148	0,79172	0,78230	0,77316	0,76415	0,75560	0,74741	0,73956
16	0,81449	0,80327	0,79336	0,78379	0,77455	0,76549	0,75677	0,74839	0,74041	0,73275
17	0,80649	0,79532	0,78559	0,77621	0,76716	0,75828	0,74975	0,74158	0,73377	0,72629
18	0,79881	0,78772	0,77818	0,76898	0,76011	0,75143	0,74304	0,73511	0,72749	0,72020
19	0,79145	0,78050	0,77114	0,76213	0,75344	0,74496	0,73681	0,72902	0,72158	0,71448
20	0,78441	0,77364	0,76447	0,75564	0,74715	0,73855	0,73089	0,72336	0,71605	0,70915
21	0,77769	0,76716	0,75818	0,74954	0,74123	0,73313	0,72536	0,71790	0,71091	0,70419
22	0,77129	0,76106	0,75227	0,74382	0,73570	0,72779	0,72022	0,71267.	0,70615	0,69964
23	0,76521	0,75535	0,74675	0,73849	0,73056	0,72285	0,71547	0,70845	0,70178	0,69547
24	0,75945	0,75004	0,74163	0,73356	0,72583	0,71830	0,71112	0,70429	0,69783	0,69170
25	0,75401	0,74513	0,73691	0,72903	0,72149	0,71416	0,70717	0,70048	0,69427	0,68834
26	0,74889	0,74058	0,73256	0,72487	0,71753	0,71040	0,70361	0,69718	0,69111	0,68538
27	0,74409	0,73600	0,72872	0,72122	0,71400	0,70713	0,70056	0,69430	0,68842	0,68290
27,401 gesättigte Soole	0,74329	0,73501	0,72726	0,71984	0,71276	0,70555	0,69939	0,69324	0,68744	0,68199

Digitized by Google

Prozentgehalt bei Schluss der Verdunstung	bei Beginn der Verdunstung								
	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11	0,76193								
12	0,75378	0,74611							
13	0,74002	0,73839	0,73136						
14	0,73978	0,73136	0,72432	0,71766					
15	0,73230	0,72459	0,71773	0,71127	0,70501				
16	0,72536	0,71816	0,71148	0,70522	0,69921	0,69356			
17	0,71910	0,71209	0,70563	0,69954	0,69372	0,68827	0,68317		
18	0,71320	0,70639	0,70011	0,68998	0,68861	0,68335	0,67846	0,67395	
19	0,70770	0,70107	0,69498	0,68929	0,68387	0,67882	0,67412	0,66979	0,66585
20	0,70253	0,69613	0,69024	0,68474	0,67951	0,67466	0,67384	0,66605	0,66231
21	0,69779	0,69491	0,68588	0,68058	0,67554	0,67093	0,66659	0,66269	0,65915
22	0,69344	0,68741	0,68191	0,67680	0,67198	0,66752	0,66326	0,65971	0,65639
23	0,68944	0,68464	0,67834	0,67344	0,66880	0,66456	0,66059	0,65716	0,65333
24	0,68590	0,68027	0,67508	0,67047	0,66600	0,66199	0,65831	0,65502	0,65212
25	0,68267	0,67732	0,67238	0,66792	0,66369	0,65988	0,65637	0,65332	0,65057
26	0,68007	0,67484	0,67006	0,66576	0,66183	0,65812	0,65485	0,65197	0,64913
27	0,67817	0,67269	0,66796	0,66408	0,66027	0,65683	0,65377	0,65109	0,64881
27,401	0,67692	0,67194	0,66752	0,66350	0,65971	0,65643	0,65344	0,65086	0,64862

Prozentgehalt bei Schluss der Verdunstung	bei Beginn der Verdunstung								
	20	21	22	23	24	25	26	27	27,401
20	0,65896								
21	0,65601	0,65325							
22	0,65346	0,65092	0,64877						
23	0,65139	0,64802	0,64704	0,64552					
24	0,64951	0,64745	0,64573	0,64442	0,64352				
25	0,64826	0,64634	0,64483	0,64373	0,64305	0,64279			
26	0,64736	0,64569	0,64436	0,64348	0,64302	0,64297	0,64335		
27	0,64690	0,64541	0,64433	0,64366	0,64339	0,64357	0,64418	0,64521	
27,401	0,64684	0,64543	0,64443	0,64385	0,64346	0,64397	0,64464	0,64574	0,90507

über dem Wassergewichte bei 18,75° angiebt, also $n = s_{18,75} - 0{,}998\,537$, so erhält man:

$$V = 1 - 3{,}785\,54\,n + 10{,}029\,32\,n^2.$$

Als Funktion vom Prozentgehalte der Soole p erhält man die Gleichung:

$$V = 1 - 0{,}027\,046\,p + 0{,}000\,481\,93\,p^2 - 0{,}000\,000\,840\,02\,p^3 + \cdots$$

Die nach s und n abgeleiteten Werte von V geben diese nur für die Temperatur von 18,75° C. an, während der nach p abgeleitete unabhängig von der Temperatur ist. Die Formel ergiebt, dafs die Verdunstungsfähigkeit mit zunehmendem Prozentgehalte abnimmt.

Da sich die Soole während der Verdunstung anreichert, so nimmt die Verdunstung nach Mafsgabe der Anreicherung allmählich ab. Für

Digitized by Google

die Berechnungen beim Salinenbetriebe, wo die Soole durch Verdunstung angereichert wird, ist es deshalb erforderlich, dafs die mittlere Verdunstungsfähigkeit ermittelt wird. *Bischof* hat auf Grund besonderer Versuche, die er mit Soole verschiedenen Gehaltes ausgeführt hat, indem er sie in flachen Schalen eine gleiche Zeit lang der Verdunstung bei 13° *R.* und der Abdampfung bis 72° *R.* aussetzte, die Werte berechnet und in einer Tafel zusammengestellt, aus der die mittlere Verdunstungsfähigkeit für Soolen bei der Anreicherung durch Verdunstung von Prozent zu Prozent des Salzgehaltes ersichtlich ist[1]) (s. die Tabelle a. S. 48 u. 49).

Bischof leitet aus den Versuchen die folgenden Formeln ab:

Das Verdunstungsverhältnis einer Soole von A spezifischem Gewicht ist gegen Wasser in dem gegebenen Augenblicke bei gleicher Raummenge

$$= 14{,}78 - (23{,}78 - 10\,A)\,A,$$

bei gleicher Gewichtsmenge

$$= 10\,A + \frac{14{,}78}{A} - 23{,}78.$$

Die Zeiten für gleiche Verdunstungsmengen zwischen Wasser und Soole verhalten sich wie 1 zu $\frac{1}{14{,}78 - (23{,}78 - 10\,A)\,A}$.

Das mittlere Verdunstungsverhältnis V bei einem anfänglichen spezifischen Gewichte a und endlichen spezifischen Gewichte A berechnet sich nach der Formel:

$$V = 14{,}78 - \frac{(3{,}56697 - a - A)\,(a + A) + a\,A}{0{,}3},$$

wenn in derselben Zeit von einer gleichen Raummenge Wasser die Verdunstung gleich 1 ist; das zu V gehörige spezifische Gewicht ist $= 1{,}189 \mp \sqrt{0{,}1\,V - 0{,}064279}$, wobei nämlich, wenn die spezifischen Gewichte a und A zwischen 1 und 1,189 fallen, die Wurzelwerte $(0{,}1\,V - 0{,}064279)$ von 1,189 abgezogen, zwischen 1,189 und dem höchsten Werte zu 1,189 zugezählt werden.

Für die Wärmecapacität oder die spezifische Wärme C ist folgende Gleichung ermittelt:

$$C = 1 - 0{,}00581713\,p - 0{,}0000064588\,p^2 - 0{,}0000003349\,5\,p^3.$$

Für das Wärmeleitungsvermögen (L) ist anzunehmen, dafs dies in umgekehrtem Verhältnisse zur spezifischen Wärme steht, also:

$$L = \frac{1}{C} = 1 + 0{,}0058171\,p + 0{,}000040298\,p^2 + 0{,}0000006069\,3\,p^3 + \cdots\cdots$$

Die Werte von V, C und L für Soolen mit von 5 zu 5 *Pzt.* steigendem Salzgehalte sind:

[1]) *Karstens Arch.* I. R. 1823, 7, 3.

Digitized by Google

p	s	n	V	C	L
0	0,998 537	0,000 000	1	1	1
5	1,034 509	0,035 972	0,8768	0,9707	1,0302
10	1,071 187	0,072 650	0,7780	0,9408	1,0629
15	1,108 879	0,110 342	0,7044	0,9102	1,0987
20	1,147 892	0,149 355	0,6583	0,8784	1,1384
25	1,188 536	0,189 999	0,6429	0,8453	1,1830

Das Verhältnis der Raummenge (R) zur Dichtigkeit (D) der Soolen wird ausgedrückt durch die Gleichungen:

$$D = \frac{s_t}{s_0},$$

wobei s_t das spezifische Gewicht bei einer Temperatur t, s_0 das spezifische Gewicht bei 0^0 gleich 1 ist, ferner:

$$R = \frac{s_0}{s_t},$$

also gleich 1, dividirt durch das spezifische Gewicht der Soole bei t Wärmegraden.

Die Formel für s_0, also für s, wenn $t = 0$ wird, leitet sich aus der oben für das spezifische Gewicht gegebenen Formel ab, und ist:

$$s_0 = 0{,}9998884 + 0{,}00770417\,p - 0{,}00002\,7828\,p^2 + 0{,}000000\,41139\,p^3.$$

Für die Pfündigkeit S der Soolen und den Wassergehalt W in Pfunden bei einer Temperatur von $18{,}75^0\,C.$ gelten die Formeln:

$$S = \frac{66}{0{,}998537} \cdot s_{18{,}75} \cdot \frac{p}{100},$$

$$W = \frac{66}{0{,}998537} \cdot s_{18{,}75} \cdot \frac{100 - p}{100}.$$

Für die Kilogrammigkeit (Kg), d. h. die Salzmenge in kg, die in einem Kubikmeter enthalten ist, und ebenso den entsprechenden Wassergehalt sind die beiden letzten Formeln in folgender Weise zu ändern:

$$S = \frac{998{,}537}{0{,}998537} \cdot s_{18{,}75} \cdot \frac{p}{100},$$

$$W = \frac{998{,}537}{0{,}998537} \cdot s_{18{,}75} \cdot \frac{100 - p}{100}.$$

Raummenge und Dichtigkeit bei verschiedenen Temperaturen für Soolen mit einem von 5 zu 5 *Pzt.* steigenden Salzgehalte sind aus den Tafeln S. 52 und 53 ersichtlich. Es sind dabei die Werte für t_f (Gefrierpunkt S. 35) und t_k (Siedepunkt S. 34) angegeben.

Digitized by Google

Veränderungen der Raummenge, diejenige bei $0^0 = 1$ gesetzt.

t	$p = 0$	$p = 5$	$p = 10$	$p = 15$	$p = 20$	$p = 25$
— 20						$tf = -17$
— 15				$tf = -10{,}99$	$tf = -14{,}44$	0,995 03
— 10			$tf = -7{,}44$	0,997 222	0,996 727	0,996 60
— 5		$tf = -3{,}78$	0,998 963	0,998 540	0,998 308	0,998 25
0	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 00
+ 5	0,999 896	1,000 670	1,001 230	1,001 598	1,001 793	1,001 83
10	1,000 145	1,001 591	1,002 637	1,003 323	1,003 683	1,003 74
15	1,000 721	1,002 745	1,004 209	1,005 167	1,005 665	1,005 74
20	1,001 600	1,004 112	1,005 931	1,007 119	1,007 735	1,007 82
25	1,002 755	1,005 673	1,007 788	1,009 170	1,009 886	1,009 99
30	1,004 165	1,007 413	1,009 770	1,011 316	1,012 121	1,012 25
35	1,005 805	1,009 310	1,011 861	1,013 542	1,014 428	1,014 59
40	1,007 651	1,011 345	1,014 045	1,015 839	1,016 740	1,017 00
45	1,009 680	1,013 499	1,016 310	1,018 185	1,019 239	1,019 50
50	1,011 866	1,015 754	1,018 641	1,020 601	1,021 734	1,022 08
55	1,014 186	1,018 091	1,021 021	1,023 087	1,024 282	1,024 75
60	1,016 615	1,020 488	1,023 441	1,025 549	1,026 880	1,027 47
65	1,019 127	1,022 926	1,025 880	1,028 058	1,029 518	1,030 31
70	1,021 697	1,025 383	1,028 324	1,030 577	1,032 195	1,033 22
75	1,024 299	1,027 838	1,030 755	1,033 096	1,034 901	1,036 20
80	1,026 906	1,030 273	1,033 161	1,035 606	1,037 633	1,039 26
85	1,029 490	1,032 660	1,035 522	1,038 092	1,040 384	1,042 40
90	1,032 024	1,034 982	1,037 823	1,040 547	1,043 150	1,045 62
95	1,034 479	1,037 214	1,040 046	1,042 956	1,045 921	1,048 92
100	1,036 827	1,039 333	1,042 173	1,045 308	1,048 695	1,052 29
105	—	$tk = +101{,}10$	$tk = +102{,}38$	$tk = +103{,}83$	1,051 463	1,055 74
110	—				$tk = +105{,}46$	$tk = +107$

Die Raummengen verhalten sich umgekehrt wie die spezifischen Gewichte. Aus der bei einer gewissen Temperatur bekannten Raummenge (R) der Soole läfst sich die Raummenge (R') für jede andere Temperatur bestimmen, wenn die spezifischen Gewichte für beide Temperaturen bekannt sind. Es verhält sich $s : s' = R' : R$, und es ist also:

$$R' = \frac{R \cdot s}{s'}.$$

Die absoluten Gewichte der Soolen verhalten sich bei gleichen Raummengen wie die spezifischen Gewichte und sind aus diesen zu ermitteln, wenn das Gewicht einer gleichen Raummenge Wasser bei der für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes zu Grunde gelegten Temperatur des Wassers bekannt ist.

Während *Bischof* für die Sooltabellen das spezifische Gewicht des

Digitized by Google

Veränderungen der Dichtigkeit, diejenige bei $0^0 = 1$ gesetzt.

t	$p = 0$	$p = 5$	$p = 10$	$p = 15$	$p = 20$	$p = 25$
− 15						1,004 986
− 10				1,002 775	1,003 283	1,003 410
− 5			1,001 038	1,001 463	1,001 695	1,001 748
0	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000
+ 5	1,000 104	0,999 331	0,998 772	0,998 404	0,998 210	0,998 173
+ 10	0,999 855	0,998 412	0,997 370	0,996 688	0,996 331	0,996 269
15	0,999 280	1,997 263	0,995 809	0,994 860	0,994 367	0,994 288
20	0,998 403	0,995 905	0,994 104	0,992 932	0,992 325	0,992 232
25	0,997 253	0,994 359	0,992 273	0,990 913	0,990 211	0,990 104
30	0,995 853	0,992 641	0,990 325	0,988 810	0,988 024	0,987 896
35	0,994 228	0,990 776	0,988 278	0,986 639	0,985 777	0,985 620
40	0,992 407	0,988 783	0,986 149	0,984 408	0,983 536	0,983 276
45	0,990 413	0,986 680	0,983 952	0,982 140	0,981 124	0,980 865
50	0,988 273	0,984 490	0,981 700	0,979 815	0,978 728	0,978 389
55	0,986 013	0,982 230	0,979 412	0,977 435	0,976 293	0,975 847
60	0,983 656	0,979 923	0,977 096	0,975 087	0,973 824	0,973 263
65	0,981 232	0,977 587	0,974 773	0,972 708	0,971 329	0,970 574
70	0,978 764	0,975 245	0,972 456	0,970 330	0,968 810	0,967 846
75	0,976 277	0,972 916	0,970 162	0,967 964	0,966 276	0,965 061
80	0,973 799	0,970 612	0,967 904	0,965 618	0,963 732	0,962 216
85	0,971 355	0,968 373	0,965 697	0,963 306	0,961 184	0,959 320
90	0,968 970	0,966 201	0,963 556	0,961 033	0,958 635	0,956 365
95	0,966 670	0,964 121	0,961 496	0,958 814	0,956 095	0,953 362
100	0,964 481	0,962 156	0,959 534	0,956 655	0,953 566	0,950 304
105					0,951 056	0,947 198

Wassers bei $18{,}75^0$ *C.* $= 1$ gesetzt hat, gründen sich die *Karsten*schen Tabellen auf das $= 1$ gesetzte spezifische Gewicht des Wassers bei 4^0 *C.* Da alsdann nach *Hallström* das spezifische Gewicht des Wassers bei $18{,}75^0$ *C.* $= 0{,}998537$ ist, so müssen, wenn zwischen beiden Tabellen eine Übereinstimmung erreicht werden soll, entweder die *Bischof*schen Angaben mit 0,998537 multiplicirt oder die *Karsten*schen Angaben durch diese Zahl dividirt werden.

Ist K das in *kg* ausgedrückte Gewicht eines Kubikmeters Soole von der Temperatur $+ 18{,}75^0$ *C.* $= + 15^0$ *R.* und $s_{18,75}$ das bei der Temperatur von $18{,}75^0$ gefundene spezifische Gewicht dieser Soole (nach *Karsten* auf Wasser bei 4^0 *C.* $= 1$ bezogen), so erhält man die Gleichung:

$$1000\,kg : K = 1 : s_{18,75}, \quad \text{also:}$$
$$K = 1000 \times s_{18,75},$$

wenn das spezifische Gewicht nach der *Karsten*schen Tabelle bestimmt ist, oder

Digitized by Google

$$K = 998{,}537 \times s_{18{,}75},$$

wenn das spezifische Gewicht nach der *Bischof*schen Tabelle bestimmt ist.

Bei der Mischung von Soole mit Wasser oder von Soolen verschiedener spezifischer Gewichte, oder beim Auflösen von Steinsalz in Wasser oder Soole, oder bei der Entziehung von Wasser oder Salz aus der Soole durch Verdunstung oder Abdampfung treten folgende Veränderungen ein.

Wenn eine Soole mit Wasser verdünnt wird, entsteht eine Verminderung der Raummenge, dasselbe tritt ein, wenn zwei oder mehr Soolen von verschiedenem spezifischen Gewichte vermischt werden, oder wenn Salz in Wasser oder Soole aufgelöst wird. Immer wird die neu entstandene Soole oder Soolmischung weniger Raum einnehmen, als die einzelnen zur Mischung gebrachten Teile für sich zusammengenommen.

Umgekehrt ergiebt sich eine Raumvermehrung unbeschadet der durch Temperaturveränderungen bewirkten Raumveränderung, wenn eine ärmere Soole durch Wasserverdampfung angereichert wird, oder aus der Soole Salz ausgeschieden wird. Salz, abgedampftes Wasser und zurückbleibende Soole nehmen dann einen gröfseren Raum ein, als die Soole vor der Verdampfung und Salzabscheidung für sich.

Zur Bestimmung dieser Veränderungen dienen die mit folgenden Werten ermittelten Formeln.

Es sei α die Zahl 1000, nämlich das Gewicht von 1 *cbm* Wasser bei + 4° *C.* nach *kg*;

$s\,s'\,s''$ die für die Temperatur von 18,75° *C.* bestehenden spezifischen Gewichte der Soolen von verschiedenem Prozentgehalt;

$g\;g'\;g''$ die Grädigkeit, d. h. die Gewichtsteile Wasser, die sich in den Soolen bei einem Gewichtsteil Kochsalz befinden;

$p\,p'\,p''$ der Prozentgehalt der verschiedenen Soolen;

K das in *kg* ausgedrückte Gewicht von 1 *cbm* Wasser oder Soole von der Temperatur 18,75° *C.*, demnach $\frac{K}{0{,}998\,537\,\alpha} = 1$ *cbm* Wasser;

$\frac{K}{s\alpha}\;\frac{K}{s'\alpha}\;\frac{K}{s''\alpha}$ ein *cbm* Soole mit dem spezifischen Gewichte $s\;s'\;s''$ nach der *Karsten*schen Tabelle;

$n\;n'\;n''$ die Raummenge der Soolen von $s\,s'\,s''$ *spf. Gew.* in *cbm* ausgedrückt;

$n\,.\,s\,.\,\alpha$, $n'\,.\,s'\,.\,\alpha$, $n''\,.\,s''\,.\,\alpha$ das absolute Gewicht von $n\,n'\,n''$ *cbm* Soole von $s\,s'\,s''$ *spf. Gew.* (nach *Bischof*s Tabellen $n\,.\,s\,.\,\alpha\,.\,0{,}998\,537$ u. s. w.), demnach $\frac{n\,.\,s\,.\,\alpha}{s\,.\,\alpha}$, $\frac{n'\,.\,s'\,.\,\alpha}{s'\,.\,\alpha}$, $\frac{n''\,.\,s''\,.\,\alpha}{s''\,.\,\alpha}$ die Anzahl von $n\,n'\,n''$ *cbm* Soole, deren spezifisches Gewicht $s\,s'\,s''$ ist;

$S\,S'\,S''$ die Kilogrammigkeit, d. h. die Menge Salz nach *kg*, die in 1 *cbm* Soole bei 18,75° *C.* enthalten ist, demnach $n\,.\,S$, $n'\,.\,S'$, $n''\,.\,S''$ die Salzmenge in $n\,n'\,n''$ *cbm* Soole;

Digitized by Google

W W' W'' die in *kg* ausgedrückte Menge Wasser, die in 1 *cbm* Soole von 18,75° *C.* enthalten ist, also $n . W$, $n' . W'$, $n'' . W''$ die Menge Wasser in $n n' n''$ *cbm* Soole von $s s' s''$ *spf. Gew.*

Es ist nun $S + W = K = s . \alpha$ und es verhält sich

$$S : W = p : 100 - p.$$

Da $g = \frac{100 - p}{p}$ ist, so ist:

$$S = \frac{W}{g} \text{ und } W = S . g.$$

Da der Salzgehalt auch $= \frac{p}{100}$ und der Wassergehalt $= \frac{100 - p}{100}$ ist, so sind Salz- und Wassergehalt in 1 *cbm* Soole:

$$S = \frac{K . p}{100} = \frac{p . s . \alpha}{100}, \text{ und } n . S = \frac{n . p . s . \alpha}{100},$$

$$n' . S' = \frac{n' . p' . s' . \alpha}{100} \text{ u. s. w.}$$

$$W = \frac{K(100 - p)}{100} = \frac{(100 - p)\, s . \alpha}{100},$$

also:

$$n . W = \frac{n . (100 - p)\, s . \alpha}{100} \text{ u. s. w.}$$

Ist das absolute Gewicht einer bestimmten Raummenge, z. B. von 1 *cbm* Soole bekannt, so findet man das spezifische Gewicht dieser Soole durch die Gleichung: $\alpha : K = 1 : s$, also $s = \frac{K}{\alpha}$ und nach den Tabellen findet man p.

Aus dem bekannten Gewichte und dem bekannten Salzgehalte eines Kubikmeters Soole findet man p unmittelbar, nämlich $S = \frac{K . p}{100}$, also $p = \frac{100\, S}{K}$.

Bei der Mischung einer Soole $= n . s . \alpha$ mit Q *cbm* Wasser bei 18,75° *C.*, also $Q . 0{,}998537\, \alpha$ dessen Gewicht in *kg*, erhält man die Formel:

$$n . s . \alpha + Q . 0{,}998537\, \alpha = n' . s' . \alpha,$$

und berechnet daraus das Volumen:

$$n' = \frac{n . s . \alpha + Q . 0{,}998537\, \alpha}{s' . \alpha}.$$

Die Ermittelung, wie viel *cbm* Wasser (Q) erforderlich ist, um aus n *cbm* Soole von s *spf. Gew.* Soole von s' *spf. Gew.* zu erhalten und wie grofs die Raummenge n dieser verdünnten Soole ist, geschieht durch die Gleichungen:

Digitized by Google

$$0{,}998537\ Q.\alpha = n'.s'.\alpha - n.s.\alpha$$

und $n'.S' = n.S$, da in beiden Soolen der absolute Salzgehalt derselbe bleibt, und $n.S = \frac{n.p.s.\alpha}{100}$.

Ist $n = 1$ *cbm*, $p = 25$, also $s = 1{,}188535$ bei 18,75° *C.*, so wiegt 1 *cbm* Soole von 18,75° *C.* $(n.s.\alpha) = 1{,}188535 \times 1000 = 1188{,}535$ *kg*.

Die Salzmenge in n *cbm* Soole $= n.S = n'.S' = \frac{n.s.\alpha.p}{100}$ ist für $n = 1$ bei vorstehenden Werten $= \frac{1{,}188535 \times 1000 \times 25}{100}$ $= 297{,}134$ *kg*.

Hat die durch Verdünnung neu entstandene Soole einen Prozentgehalt $p' = 13$, also ein spezifisches Gewicht $s' = 1{,}093\,660$ bei 18,75° *C.*, so erhält man:

$$s'.\alpha = 1093{,}660\ kg$$

für das absolute Gewicht von 1 *cbm* der verdünnten Soole und

$$S' = \frac{s'.\alpha.p'}{100} = 142{,}176\ kg,$$

für den Salzgehalt in 1 *cbm* der verdünnten Soole n', und für die ganze Menge:

$$n' = \frac{n.S}{S'} = \frac{297{,}134}{142{,}176} = 2{,}08990\ cbm.$$

Die zugesetzte Wassermenge ist:

$$Q = \frac{n'.s'.\alpha - n.s.\alpha}{\alpha \times 0{,}998537} = \frac{2{,}08990 \times 1093{,}660 - 1188{,}535}{998{,}537}$$
$$= 1{,}09872.$$

Die Raumverminderung M beträgt also:

$$M = n + Q - n',$$
$$= 1 + 1{,}09872 - 2{,}08990,$$
$$= 0{,}00882.$$

Durch die Mischung von 1 *cbm* 25 *pzt.* Soole mit 1,09872 *cbm* Wasser entstehen also nicht 2,09872 *cbm*, sondern nur 2,08990 *cbm* 13 *pzt.* Soole von 18,75° *C.*, das ist eine Verminderung um 0,42 *Pzt.* der ganzen Flüssigkeitsmenge.

Auf ähnliche Weise wird man ermitteln, wie viel Wasser aus 1 *cbm* 25 *pzt.* Soole zu verdampfen ist, wenn die Soole anfangs 13 *prozentig* war und wie viel Raum die 13 *pzt.* Soole einnimmt. Das vorige Beispiel zeigt, dafs aus einer 13 *pzt.* Soole 1,09872 *cbm* Wasser zu verdampfen sind, um 1 *cbm* 25 *pzt.* Soole zu erhalten, und dafs die 13 *pzt.* Soole einen Raum von 2,08990 *cbm* einnimmt.

Anders lautet die Aufgabe, wenn man zu ermitteln hat, wie viel Salz einer 13 *pzt.* Soole zugesetzt werden mufs, um 1 *cbm* 25 *pzt.*

Digitized by Google

Soole zu erhalten und wie viel 13 *pzt.* Soole dazu nötig ist. Man hat dann folgende Berechnung zu machen. 1 *cbm* 25 *pzt.* Soole enthält $S = 297{,}134$ *kg* Salz. Das absolute Gewicht ist $n.s.\alpha$, für $n = 1$, $s.\alpha = 1{,}188535 \times 1000 = 1188{,}535$.

Nun ist $W = s.\alpha - S$, also $1188{,}535 - 297{,}134 = 891{,}401$. W ist gleich W' der 13 *pzt.* Soole. In 1 *cbm* 13 *pzt.* Soole ist $S' = 142{,}176$ *kg*. $n's'\alpha$, für $n' = 1$, also $s'.\alpha$ ist gleich 1093,660 *kg*, also ist in 1 *cbm* der 13 *pzt.* Soole:

$$W' = 1093{,}660 - 142{,}176 = 951{,}484\ kg.$$

Es verhält sich nun:

$$\frac{n'}{n} = \frac{891{,}401}{951{,}484} = 0{,}937,$$

und, da $n = 1$, so ist $n' = 0{,}937$ *cbm*.

Da in 1 *cbm* der Soole n' 142,176 *kg* Salz enthalten ist, so enthalten 0,937 *cbm*, das ist:

$$n'.S' = \frac{n'.s'.p'.\alpha}{100} = 142{,}176 \times 0{,}937 = 133{,}219\ kg.$$

Es ist demnach das Gewicht des zuzusetzenden Salzes, um aus 13 *pzt.* Soole 1 *cbm* einer 25 *pzt.* Soole zu erhalten:

$$n.S - n'.S' = 297{,}134 - 133{,}219 = 163{,}915\ kg.$$

Die Raumvermehrung ist dabei:

$$n - n' = 1 - 0{,}937 = 0{,}063\ cbm.$$

Da jedoch 163,915 *kg* Salz bei 2,1 *spf. Gew.* einen Raum von $\frac{163{,}915}{1000 \times 2{,}1} = 0{,}078$ *cbm* einnehmen, so findet bei der Auflösung von Salz in Soole unter den angenommenen Verhältnissen eine Raumverminderung $= 0{,}078 - 0{,}063 = 0{,}015$ *cbm* statt (s. auch 2. Tl., Steinsalzauflösung).

Ferner wird die Aufgabe zu stellen sein: Wie viel Salz kann man aus 100 *cbm* 13 *pzt.* Soole gewinnen, wenn nur 1 *cbm* bei 18,75° *C.* gesättigter Soole, also von 26,8 *Pzt.* und 1,203631 *spf. Gew.* (nach *Karstens* Tabelle) zurückbleiben soll, und wie viel Wasser ist dabei zu verdampfen.

Man hat dann $n = 100$, $s = 1{,}093660$, $p = 13$, $n' = 1$, $s' = 1{,}203631$, $p' = 26{,}8$. Gesucht wird $n.S - n'.S' =$ Menge des gewonnenen Salzes (M) und $n.W - n'.W' =$ Menge des verdampften Wassers (D). Man findet aus:

$$M = n.S - n'.S' = \frac{n.s.p.\alpha}{100} - \frac{n'.s'.p'.\alpha}{100}$$

$$= 14217{,}580 - 322{,}573 = 13895{,}007\ kg \text{ Salz},$$

und

$$D = n.W - n'.W' = n.\frac{(100 - p)s.\alpha}{100} - \frac{n'(100 - p')s'.\alpha}{100}$$

$$= 95148{,}420 - 881{,}058 = 94267{,}362\ kg \text{ Wasser},$$

Digitized by Google

Veränderungen der spezifischen

t	$p = 0$	$p = 5$	$p = 10$	$p = 15$	$p = 20$	$p = 21$	$p =$
	Wasser						
— 16						(1,170 270)	(1,17
15					(1,161 674)	1,169 928	1,17
14					1,161 343	1,169 585	1,17
— 13					1,161 007	1,169 239	1,17
12					1,160 666	1,168 884	1,17
11				(1,119 605)	1,160 317	1,168 528	1,17
10				1,119 329	1,159 962	1,168 162	1,17
9				1,119 048	1,159 605	1,167 795	1,17
— 8			(1,078 750)	1,118 757	1,159 240	1,167 421	1,17
7			1,078 571	1,118 465	1,158 875	1,167 047	1,17
6			1,078 382	1,118 163	1,158 503	1,166 666	1,17
5			1,078 184	1,117 855	1,158 125	1,166 278	1,17
4		(1,038 744)	1,077 977	1,117 539	1,157 741	1,165 885	1,17
— 3		1,038 672	1,077 760	1,117 217	1,157 352	1,165 487	1,17
2		1,038 589	1,077 536	1,116 890	1,156 960	1,165 087	1,17
1	(0,999 823)	1,038 496	1,077 305	1,116 560	1,156 567	1,164 686	1,17
0	0,999 888	1,038 389	1,077 064	1,116 220	1,156 166	1,164 277	1,17
+ 1	0,999 938	1,038 272	1,076 815	1,115 875	1,155 760	1,163 863	1,17
+ 2	0,999 974	1,038 144	1,076 558	1,115 524	1,155 351	1,163 447	1,17
3	0,999 994	1,038 004	1,076 294	1,115 168	1,154 938	1,163 026	1,17
4	1,000 000	1,037 855	1,076 022	1,114 807	1,154 520	1,162 601	1,17
5	0,999 992	1,037 694	1,075 741	1,114 439	1,154 097	1,162 170	1,17
6	0,999 969	1,037 524	1,075 454	1,114 067	1,153 671	1,161 738	1,16
+ 7	0,999 933	1,037 348	1,075 160	1,113 690	1,153 243	1,161 304	1,16
8	0,999 883	1,037 152	1,074 858	1,113 307	1,152 809	1,160 862	1,16
9	0,999 820	1,036 951	1,074 548	1,112 918	1,152 389	1,160 415	1,16
10	0,999 743	1,036 740	1,074 231	1,112 523	1,151 924	1,159 964	1,16
11	0,999 653	1,036 521	1,073 903	1,112 125	1,151 479	1,159 514	1,16
+ 12	0,999 550	1,036 291	1,073 579	1,111 722	1,151 028	1,159 056	1,16
13	0,999 435	1,036 052	1,073 248	1,111 314	1,150 575	1,158 597	1,16
14	0,999 307	1,035 804	1,072 900	1,110 901	1,150 117	1,158 133	1,16
15	0,999 168	1,035 547	1,072 550	1,110 482	1,149 653	1,157 663	1,16
16	0,999 016	1,035 282	1,072 196	1,110 062	1,149 191	1,157 195	1,16
+ 17	0,998 852	1,035 008	1,071 834	1,109 635	1,148 721	1,156 719	1,16
18	0,998 677	1,034 726	1,071 467	1,109 204	1,148 248	1,156 240	1,16
19	0,998 490	1,034 436	1,071 094	1,108 770	1,147 773	1,155 759	1,16
20	0,998 291	1,034 137	1,070 714	1,108 330	1,147 292	1,155 273	1,16
25	0,997 141	1,032 531	1,068 741	1,106 077	1,144 848	1,152 801	1,16
+ 30	0,995 741	1,030 748	1,066 643	1,103 730	1,142 320	1,150 245	1,15
35	0,994 117	1,028 811	1,064 439	1,101 306	1,139 722	1,147 618	1,15
40	0,992 296	1,026 741	1,062 146	1,098 816	1,137 069	1,144 936	1,15
45	0,990 302	1,024 558	1,059 779	1,096 284	1,134 342	1,142 173	1,15
50	0,988 162	1,022 284	1,057 354	1,093 689	1,131 572	1,139 366	1,14
+ 55	0,985 902	1,019 937	1,054 887	1,091 057	1,128 757	1,136 507	1,14
60	0,983 546	1,017 542	1,052 395	1,088 412	1,125 902	1,133 604	1,14
65	0,981 122	1,015 116	1,049 893	1,085 756	1,123 017	1,130 663	1,13
70	0,978 654	1,012 684	1,047 398	1,083 102	1,120 105	1,127 688	1,13
75	0,976 168	1,010 265	1,044 927	1,080 461	1,117 176	1,124 684	1,13
+ 80	0,973 690	1,007 878	1,042 494	1,077 842	1,114 234	1,121 664	1,12
85	0,971 246	1,005 548	1,040 117	1,075 261	1,111 288	1,118 627	1,12
90	0,968 861	1,003 292	1,037 811	1,072 724	1,108 341	1,115 576	1,12
95	0,966 562	1,001 133	1,035 593	1,070 247	1,105 405	1,112 524	1,11
100	0,964 373	0,999 092	1,033 479	1,067 838	1,102 481	1,109 470	1,11
+ 101	(0,963 951)	0,998 701	1,033 071	1,067 368	1,101 901	1,108 863	1,11
102	$t_k = 100{,}00$	(0,998 313)	1,032 666	1,066 897	1,101 318	1,108 253	1,11
103		$t_k = 101{,}10$	(1,032 267)	1,066 431	1,100 736	1,107 641	1,11
104			$t_k = 102{,}38$	(1,065 969)	1,100 157	1,107 033	1,11
105	$p = 29{,}4$			$t_k = 103{,}83$	1,099 579	1,106 425	1,11
+ 106					(1,099 003)	(1,105 818)	1,11
107	(1,162 930)				$t_k = 105{,}46$	$= 105{,}81$	(1,11
108	1,161 971						$t_k =$
109	(1,161 005)						
	$t_k = 108{,}93$						

Digitized by Google

bei verschiedenen Temperaturen.

$p = 23$	$p = 24$	$p = 25$	$p = 26$	$p = 26{,}2$	$p = 26{,}8$	$p =$
			(1,213 019)	(1,214 702)		
	(1,195 909)	(1,204 275)	1,212 666	1,214 350		
(1,187 215)	1,195 553	1,203 915	1,212 303	1,213 987		
1,186 862	1,195 194	1,203 552	1,211 938	1,213 622		
1,186 502	1,194 827	1,203 181	1,211 565	1,213 249		
1,186 143	1,194 462	1,202 813	1,211 195	1,212 879		
1,185 781	1,194 095	1,202 442	1,210 822	1,212 506		
1,185 413	1,193 722	1,202 066	1,210 445	1,212 129		
1,185 037	1,193 341	1,201 682	1,210 060	1,211 744		
1,184 657	1,192 956	1,201 293	1,209 669	1,211 353		
1,184 275	1,192 570	1,200 904	1,209 279	1,210 963		
1,183 885	1,192 175	1,200 506	1,208 881	1,210 565		
1,183 498	1,191 784	1,200 113	1,208 486	1,210 170		
1,183 104	1,191 385	1,199 711	1,208 084	1,209 768		
1,182 704	1,190 980	1,199 304	1,207 675	1,209 359		
1,182 297	1,190 569	1,198 891	1,207 263	1,208 947		
1,181 887	1,190 156	1,198 474	1,206 844	1,208 528		
1,181 474	1,189 739	1,198 055	1,206 425	1,208 109		
1,181 062	1,189 324	1,197 638	1,206 006	1,207 690		
1,180 641	1,188 899	1,197 211	1,205 579	1,207 264		
1,180 216	1,188 470	1,196 780	1,205 147	1,206 832		
1,179 788	1,188 039	1,196 347	1,204 714	1,206 399		
1,179 357	1,187 605	1,195 910	1,204 277	1,205 962		
1,178 921	1,187 165	1,195 469	1,203 835	1,205 521		
1,178 481	1,186 722	1,195 024	1,203 388	1,205 074		
1,178 038	1,186 274	1,194 576	1,202 940	1,204 626		
1,177 594	1,185 828	1,194 127	1,202 491	1,204 177		
1,177 143	1,185 376	1,193 672	1,202 035	1,203 721		
1,176 687	1,184 916	1,193 211	1,201 573	1,203 259		
1,176 226	1,184 452	1,192 744	1,201 105	1,202 791		
1,175 765	1,183 987	1,192 279	1,200 639	1,202 325		
1,175 299	1,183 518	1,191 807	1,200 167	1,201 853		
1,174 831	1,183 045	1,191 332	1,199 693	1,201 379		
1,174 357	1,182 571	1,190 856	1,199 214	1,200 900	(1,205 960)	
1,173 878	1,182 089	1,190 371	1,198 728	1,200 414	1,205 473	
1,173 402	1,181 609	1,189 890	1,198 246	1,199 932	1,204 992	
1,172 917	1,181 122	1,189 400	1,197 755	1,199 441	1,204 500	
1,172 429	1,180 630	1,188 906	1,197 259	1,198 945	1,204 003	
1,171 939	1,180 138	1,188 412	1,196 763	1,198 449	1,203 507	
1,171 444	1,179 639	1,187 911	1,196 259	1,197 945	1,203 003	
1,168 927	1,177 105	1,185 363	1,193 702	1,195 386	1,200 440	
1,166 323	1,174 480	1,182 720	1,191 045	1,192 727	1,197 778	
1,163 643	1,171 777	1,179 995	1,188 300	1,189 978	1,195 014	
1,160 892	1,168 997	1,177 189	1,185 468	1,187 141	1,192 163	
1,158 071	1,166 144	1,174 302	1,182 549	1,184 215	1,189 217	
1,155 197	1,163 219	1,171 338	1,179 543	1,181 201	1,186 178	
1,152 239	1,160 225	1,168 295	1,176 451	1,178 099	1,183 045	
1,149 231	1,157 162	1,165 174	1,173 269	1,174 905	1,179 813	
1,146 172	1,154 038	1,161 982	1,170 008	1,171 628	1,176 494	
1,143 058	1,150 850	1,158 716	1,166 659	1,168 263	1,173 075	
1,139 900	1,147 605	1,155 381	1,163 228	1,164 812	1,169 564	
1,136 697	1,144 305	1,151 976	1,159 715	1,161 275	1,165 959	
1,133 456	1,140 953	1,148 508	1,156 122	1,157 656	1,162 263	
1,130 177	1,137 549	1,144 970	1,152 445	1,153 951	1,158 469	
1,126 870	1,134 102	1,141 375	1,148 694	1,150 166	1,154 586	
1,123 530	1,130 606	1,137 714	1,144 860	1,146 296	1,150 605	
1,122 843	1,129 905	1,136 979	1,140 087	1,145 515	1,149 802	
1,122 189	1,129 198	1,136 235	1,143 306	1,144 726	1,148 989	
1,121 514	1,128 488	1,135 489	1,142 521	1,143 933	1,148 172	
1,120 840	1,127 778	1,134 744	1,141 738	1,143 142	1,147 355	
1,120 168	1,127 070	1,133 996	1,140 950	1,142 346	1,146 534	(1,164
1,119 494	1,126 360	1,133 248	1,140 161	1,141 547	1,145 711	1,163
(1,118 819)	(1,125 648)	1,132 496	1,139 367	1,140 745	1,144 883	1,162
$t_k = 106{,}52$	= 106,89	(1,131 740)	(1,138 569)	(1,139 939)	(1,144 049)	1,161
		$t_k = 107{,}27$	= 107,65	= 107,72	= 107,96	(1,160
						$t_k =$

Digitized by Google

oder, da 1 *cbm* Wasser bei 18,75° *C.* 998,537 *kg* wiegt, 94,405 *cbm* Wasser, die zu verdampfen waren. Die Raummenge des gewonnenen Salzes bei 2,1 *spf. Gew.* ist $\frac{13895{,}007}{1000 \times 2{,}1} = 6{,}617$ *cbm*.

Man erhält also aus 100 *cbm* 13 *pzt.* Soole:

Wasser	94,405 *cbm*,	
Salz	6,617 „	
Soole	1 „	26,8 *pzt.*,
zusammen . . .	102,022 *cbm*,	

also eine Raumvermehrung von 2,022 *cbm* auf 100 *cbm*, oder 2,022 *Pzt.*

Die für reine Kochsalzlösungen ermittelten Gehaltstafeln sind für natürliche Soolen, die neben Chlornatrium andere Salze enthalten, nicht ohne weiteres anwendbar, da durch die Gegenwart der anderen Salze das spezifische Gewicht entweder herunter oder herauf gerückt wird. Bei Soolen, deren Rohsalz einen Gehalt von mindestens 90 *Pzt.* reinem Kochsalz hat, sind die Unterschiede ihres spezifischen Gewichtes gegen das einer reinen Kochsalzlösung erfahrungsgemäfs so unbedeutend, dafs man sie für den gewöhnlichen Gebrauch übersehen und die Tafeln a. S. 40 bis 44 anwenden kann.

Für gleichen Prozentgehalt und bei denselben Basen scheinen die schwefelsauren Salze das spezifische Gewicht der Lösungen mehr zu erhöhen als die Jodsalze, diese mehr als die Bromsalze, diese wieder mehr als die Chlorsalze, und endlich diese noch mehr als die salpetersauren Salze, wie folgende Zusammenstellung der spezifischen Gewichte 10 *pzt.* Lösungen zeigt:

Schwefelsaures Kalium	1,0827
Jodkalium	1,0781
Bromkalium	1,0720
Chlorkalium	1,0651
Salpetersaures Kalium	1,0647

Bei gleicher Säure erhöhen das spezifische Gewicht am meisten die Thonerdesalze, dann folgen Magnesiumsalze, Kalkerde-, Natrium-, Kalium- und Ammoniumsalze.

Es ist z. B. das spezifische Gewicht einer 10 *pzt.* Lösung von:

Chloraluminium	1,0918
Chlormagnesium	1,0868
Chlorcalcium	1,0846
Chlornatrium	1,0729
Chlorkalium	1,0651
Chlorammonium	1,0306

Das Verhältnis der spezifischen Gewichte einer 24 *pzt.* reinen Kochsalzlösung zu 24 *pzt.* Soolen der Salinen Schönebeck, Dürrenberg und Kösen zeigt folgende Zusammenstellung:

Digitized by Google

Reine Kochsalzlösung	1,1830
Soole von *Schönebeck*	1,1860
„ „ *Dürrenberg*	1,1859
„ „ *Kösen*	1,1867 [1]).

Für Soolen, die merkliche Mengen anderer Salze enthalten, müssen also die Sooltabellen nach anderen, besonders dafür aufgestellten Formeln berechnet werden. Da für jede Saline das Mischungsverhältnis der Salze in der verarbeiteten Soole annähernd dasselbe bleibt [2]), so lassen sich mit Hülfe der durch eine Analyse festgestellten Gehaltsmengen Formeln aufstellen, nach denen der Salzgehalt der betreffenden Soole bei verschiedenen spezifischen Gewichten ermittelt und in einer Soolgehaltstafel zusammengestellt werden kann.

Solche Formeln hat z. B. *Bischof* (*K. Arch.*, 2. R., 1850, **23**, 637) für die Salinen Schönebeck, Dürrenberg, Kösen, Halle, Stafsfurt und Artern, *Buchholz* (*Pr. Z.*, 1856, **3**, 280) für Schönebeck und Dürrenberg aufgestellt.

Die von beiden aufgestellten Formeln liefern nahezu dieselben Ergebnisse. *Buchholz* hat folgende Formel für alle Salzlösungen anwendbar gefunden:

$$p = \frac{a\,m}{(\psi - \sqrt{m})\,(100 + m)},$$

worin p die Gewichtsprozente Salz in der Soole, m die Übergewichtsgrade (S. 47 und 49), a und ψ aber durch Versuche zu ermittelnde Koëfficienten bezeichnen.

Die folgende Tabelle giebt nach *Buchholz* neben den spezifischen Gewichten und Prozentgehalten die Kilogramme Salz in 1 *cbm* Soole an.

Spezifisches Gewicht	Prozentgehalt	*kg* Salz in 1 *cbm*	Spezifisches Gewicht	Prozentgehalt	*kg* Salz in 1 *cbm*
1.044	6,08	63	1,150	19,978	229,22
1.051	7,03	73,5	1,159	21,09	243,95
1,058	8,00	84,5	1,167	22,08	257,10
1,066	9,07	96,5	1,170	22,45	262,00
1.073	10,01	107	1,175	23,06	270,34
1,111	15,02	166,5	1,183	24,03	283,65
1,119	16,05	178	1,187	24,5	290,30
1,127	17,07	192	1,191	24,996	297,02
1,135	18,09	204,85	1,195	25,47	303,70
1,143	19,10	217,83	1,200	26,07	312,10

Aigner hat eine Tabelle des Salzgehaltes für eine Temperatur der Soole von 17,5° *C.* entworfen, die folgende Zahlen enthält:

[1]) *Bischof* in *Karstens Arch.*, 2. R., 1850, **23**, 635.

[2]) Das trifft dann besonders nicht zu, wenn die Soolen gradirt werden und Kalksalze sich ausscheiden.

Digitized by Google

Spezif. Gew. der Soole	*kg* Salz in 1 *hl*	Spezif. Gew. der Soole	*kg* Salz in 1 *hl*
1,00	0	1,12	18,67
1,01	1,50	1,13	20,28
1,02	2,98	1,14	21,97
1,03	4,46	1,15	23,63
1,04	5,91	1,16	25,33
1,05	7,44	1,17	27,02
1,06	9,00	1,18	28,77
1,07	10,58	1,19	30,50
1,08	12,16	1,20	32,29
1,09	13,77	1,205	33,14
1,10	15,39	1,210	34,06
1,11	17,06		

In den nach *Bischof* für Dürrenberg aufgestellten Soolgehaltstafeln, die den Salzgehalt für alle spezifischen Gewichte in Stufen von ein Zehntausendteilen Übergewicht angeben, ist:

S das spezifische Gewicht der Soole bei 15° *R.*;

B das Übergewicht der Soole über den gleichen Raumteil Wasser, also die Zehntausendteile des spezifischen Gewichtes;

P der Prozentgehalt der Soole an Gewichtsteilen Salz;

G die Grädigkeit, oder die Gewichtsteile Wasser, die einen Gewichtsteil Rohsalz aufgelöst halten;

Kg die Kilogrammigkeit, d. h. die Kilogramme Rohsalz, die in einem Kubikmeter Soole enthalten sind;

W das Wassergewicht, d. h. die Kilogramme Wasser, die in einem Kubikmeter Soole enthalten sind;

C das absolute Gewicht eines Kubikmeters Soole in Kilogrammen;

R W die Raumteile Wasser in Kubikmetern, die sich in einem Raumteile Soole befinden.

Man findet nun:

$$B = S - 1;$$

$$P = \frac{100}{G+1} = \frac{100\,Kg}{C};$$

$$Kg = \frac{P \,.\, C}{100} = C - W = \frac{C}{G+1};$$

$$W = C - Kg = G \times Kg;$$

$$C = 998{,}537\ S = Kg + W = \frac{100\,Kg}{P}$$

(da 1 *cbm* Wasser bei 15° *R.* 998,537 *kg* wiegt);

$$R\,W = \frac{W}{998{,}537}.$$

Nach *Fr. Bischof* sind die für Dürrenberger Soole geltenden Formeln:

Digitized by Google

(I) $S = 1 + 0{,}007521\,P - 0{,}000007\,P^2 + 0{,}00000068\,P^3$,

(II) $P = 133{,}36\,B + 7\,B^2 - 160\,B^3$,

und hieraus, da

$$P = \frac{100\ Kg}{C} = \frac{100\ Kg}{998{,}537\ (B+1)} = \frac{Kg}{9{,}98537\ (B+1)}$$

ist:

(III) $Kg = 1331{,}65\,B + 1401{,}54\,B^2 - 1527{,}76\,B^3 - 1597{,}66\,B^4$.

In der Sooltabelle, aus der nachstehender Auszug gegeben ist, ist P nach der Formel II berechnet, Kg nach der Formel III, im übrigen $G = \frac{100 - P}{P}$; $W = C - Kg$; $C = 998{,}537\,S$; $RW = \frac{W}{998{,}537}$.

Die Zwischenwerte für $\frac{1}{10000}$ spezifisches Gewicht lassen sich aus den Unterschieden der beiden nächstliegenden Zahlen annähernd richtig ermitteln.

Die spezifischen Gewichte sind auf Wasser von $15^0 R. = 18{,}75^0 C. = 1$ bezogen.

S	P	G	Kg	W	C	RW
1.0000	0,000 000	∞	0,000 000	998,537 000	998,537 000	1,000 000
1,0001	0,013 336	7497,500 299	0,133 179	998,503 675	998,636 854	0,999 967
1.0002	0,026 672	3748,250 112	0,266 386	998,470 321	998,736 707	0,999 933
1,0003	0,040 009	2498,437 626	0,399 621	998,436 940	998,836 561	0,999 900
1.0004	0,053 345	1873,589 933	0,532 884	998,403 531	998,936 415	0,999 866
1.0005	0,066 682	1498,655 079	0,666 175	998,370 094	999,036 269	0,999 833
1.0006	0,080 018	1248,718 813	0,799 494	998,336 628	999,136 122	0,999 799
1,0007	0,093 355	1070,179 905	0,932 841	998,303 135	999,235 976	0,999 766
1,0008	0,106 692	936,277 397	1,066 216	998,269 614	999,335 830	0,999 732
1,0009	0,120 030	832,125 052	1,199 619	998,236 064	999,435 683	0,999 699
1.0010	0,133 367	748,810 665	1,333 050	998,202 487	999,535 537	0,999 665
1.002	0,266 747	373,887 065	2,668 894	997,865 180	1000,534 074	0,999 327
1.003	0,400 139	248,913 155	4,007 522	997,525 089	1001,532 611	0,998 987
1.004	0,533 542	186,426 669	5,348 926	997,182 222	1002,531 148	0,998 643
1.005	0,666 955	148,935 153	6,693 097	996,836 588	1003,529 685	0,998 296
1.006	0,800 377	123,928 627	8,040 023	996,488 199	1004,528 222	0,997 948
1.007	0,933 808	106,088 395	9,389 698	996,137 061	1005,526 759	0,997 597
1.008	1,067 246	92,699 110	10,742 110	995,783 186	1006,525 296	0,997 242
1.009	1.200 690	82,285 444	12,097 251	995,426 582	1007,523 833	0,996 885
1.010	1.334 140	73,954 652	13,455 110	995,067 260	1008,522 370	0,996 525
1.011	1,467 594	67,138 736	14,815 680	994,705 227	1009,520 907	0,996 163
1.012	1,601 052	61,458 933	16,178 949	994,340 495	1010,519 444	0,995 797
1.013	1.734 511	56,653 137	17,544 908	993 973 073	1011,517 981	0,995 429
1.014	1,867 973	52,533 964	18,913 548	993,602 970	1012,516 518	0,995 059
1.015	2,001 435	48,964 151	20,284 859	993,230 196	1013,515 055	0,994 685

Digitized by Google

S	P	G	Kg	W	C	RW
1,016	2,134 897	45,840 667	21,658 832	992,854 760	1014,513 592	0,994 309
1,017	2,268 357	43,084 772	23,035 456	992,476 673	1015,512 129	0,993 951
1,018	2,401 815	40,635 180	24,414 721	992,095 945	1016,510 666	0,993 55[0]
1,019	2,535 270	38,443 535	25,796 619	991,712 584	1017,509 203	0,993 18[3]
1,020	2,668 720	36,471 147	27,181 138	991,326 602	1018,507 740	0,992 77[9]
1,021	2,802 165	34,686 692	28,568 270	990,938 007	1019,506 277	0,992 38[9]
1,022	2,935 604	33,064 540	29,958 004	990,546 810	1020,504 814	0,991 99[8]
1,023	3,069 036	31,583 521	31,350 329	990,153 022	1021,503 351	0,991 60[4]
1,024	3,202 460	30,225 995	32,745 237	989,756 651	1022,501 888	0,991 20[6]
1,025	3,335 875	28,977 142	34,142 717	989,357 708	1023,500 425	0,990 80[7]
1,026	3,469 280	27,824 422	35,542 759	988,956 203	1024,498 962	0,990 40[5]
1,027	3,602 674	26,757 160	36,945 353	988,552 146	1025,497 499	0,990 00[0]
1,028	3,736 056	25,766 194	38,350 488	988,145 548	1026,496 036	0,989 59[4]
1,029	3,869 425	24,843 633	39,758 155	987,736 418	1027,494 573	0,989 18[7]
1,030	4,002 780	23,982 637	41,168 342	987,324 768	1028,493 110	0,988 77[1]
1,031	4,136 120	23,177 248	42,581 041	986,910 606	1029,491 647	0,988 35[6]
1,032	4,269 445	22,422 248	43,996 240	986,493 944	1030,490 184	0,987 93[9]
1,033	4,402 753	21,713 062	45,413 929	986,074 792	1031,488 721	0,987 51[9]
1,034	4,536 043	21,045 646	46,834 098	985,653 160	1032,487 258	0,987 09[7]
1,035	4,669 315	20,416 418	48,256 736	985 229 059	1033,485 795	0,986 67[2]
1,036	4,802 567	19,822 198	49,681 833	984,802 499	1034,484 332	0,986 24[3]
1,037	4,935 799	19,260 144	51,109 378	984,373 491	1035,482 869	0,985 81[3]
1,038	5,069 008	18,727 726	52,539 361	983,942 045	1036,481 406	0,985 38[1]
1,039	5,202 196	18,222 651	53,971 771	983,508 172	1037,479 943	0,984 94[8]
1,040	5,335 360	17,742 880	55,406 597	983,071 883	1038,478 480	0,984 51[3]
1,041	5,468 500	17,286 550	56,843 829	982,633 188	1039,477 017	0,984 07[2]
1,042	5,601 614	16,851 998	58,283 456	982,192 098	1040,475 554	0,983 63[0]
1,043	5,734 702	16,437 698	59,725 468	981,748 623	1041,474 091	0,983 18[7]
1,044	5,867 763	16,042 270	61,169 853	981,302 775	1042,472 628	0,982 74[0]
1,045	6,000 795	15,664 459	62,616 600	980,854 565	1043,471 165	0,982 29[1]
1,046	6,133 798	15,303 113	64,065 699	980,404 003	1044,469 702	0,981 84[0]
1,047	6,266 771	14,957 181	65,517 139	979,951 100	1045,468 239	0,981 38[6]
1,048	6,399 713	14,625 701	66,970 909	979,495 869	1046,466 776	0,980 92[6]
1,049	6,532 623	14,307 787	68,426 998	979,038 315	1047,465 313	0,980 47[3]
1,050	6,665 500	14,002 625	69,885 395	978,578 455	1048,463 850	0,980 01[5]
1,051	6,798 343	13,709 467	71,346 088	978,116 299	1049,462 387	0,979 54[9]
1,052	6,931 151	13,427 618	72,809 067	977,651 857	1050,460 924	0,979 08[4]
1,053	7,063 923	13,156 440	74,274 321	977,185 140	1051,459 461	0,978 61[6]
1,054	7,196 658	12,895 339	75,741 838	976,716 160	1052,457 998	0,978 14[7]
1,055	7,329 355	12,643 765	77,211 608	976,244 927	1053,456 535	0,977 67[3]
1,056	7,462 013	12,401 210	78,683 618	975,771 454	1054,455 072	0,977 20[0]
1,057	7,594 632	12,167 195	80,157 858	975,295 751	1055,453 609	0,976 72[3]
1,058	7,727 210	11,941 282	81,634 316	974,817 830	1056,452 146	0,976 24[6]
1,059	7,859 746	11,723 057	83,112 981	974,337 702	1057,450 683	0,975 76[8]
1,060	7,992 240	11,512 137	84,593 842	973,855 378	1058,449 220	0,975 28[9]

Digitized by Google

S	P	G	Kg	W	C	RW
1.061	8.124 690	11,308 162	86,076 887	973,370 870	1059,447 757	0,974 796
1,062	8,257 096	11,110 795	87,562 104	972,884 190	1060,446 294	0,974 309
1.063	8,389 455	10,919 725	89,049 483	972,395 348	1061,444 831	0,973 820
1.064	8,521 769	10,734 653	90,539 010	976,904 358	1062,443 368	0,973 328
1.065	8,654 035	10,555 303	92,030 676	971,411 229	1063,441 905	0,972 834
1.066	8.786 253	10,381 416	93,524 468	970,915 974	1064,440 442	0,972 338
1.067	8,918 421	10,212 747	95,020 375	970,418 604	1065,438 979	0,971 840
1.068	9,050,539	10,049 066	96,518 384	969,919 132	1066,437 516	0,971 340
1.069	9,182 606	9,890 155	98,018 485	969,417 568	1067,436 053	0,970 837
1.070	9,314 620	9,735 811	99;520 665	968,913 925	1068,434 590	0,970 333
1.071	9,446 581	9,585 841	101,024 912	968,408 215	1069,433 127	0,969 827
1.072	9,578 488	9,440 061	102,531 215	967,900 449	1070,431 664	0,969 319
1.073	9,710 340	9,298 301	104,039 561	967,390 640	1071,430 201	0,968 808
1.074	9,842 136	9,160 396	105,549 940	966,878 798	1072,428 738	0,968 296
1.075	9,973 875	9,026 193	107,062 337	966,364 938	1073,427 275	0,967 781
1.076	10.105 556	8,895 547	108,576 744	965,849 068	1074,425 812	0,967 264
1.077	10,237 178	8,768 317	110,093 145	965,331 204	1075.424 349	0,966 746
1.078	10,368 740	8,644 373	111,611 530	964,811 356	1076,422 886	0,966 225
1.079	10,500 241	8,523 591	113,131 887	964,289 536	1077,421 423	0,965 703
1.080	10.631 680	8,405 851	114,654 203	963,765 757	1078,419 960	0,965 198
1.081	10,763 056	8,291 042	116,178 466	963,240 031	1079,418 497	0,964 651
1.082	10,894 369	8,179 054	117,704 663	962,712 371	1080,417 034	0,964 123
1.083	11,025 617	8,069 787	119,232 783	962,182 788	1081,415 571	0,963 593
1.084	11,156 799	7,963 144	120,762 814	961,651 294	1082,414 108	0,963 060
1.085	11,287 915	7,859 032	122,294 742	961,117 903	1083,412 645	0,962 526
1.086	11,418 963	7,757 363	123,828 556	960.582 626	1084,411 182	0,961 990
1.087	11,549 943	7,658 051	125,364 242	960,045 477	1085,409 719	0,961 452
1.088	11.680 852	7,561 019	126,901 789	959,506 467	1086,408 256	0,960 912
1.089	11,811 692	7,466 188	128,441 184	958.965 609	1087,406 793	0,960 371
1.090	11,942 460	7,373 484	129,982 414	958,422 916	1088,405 330	0,959 827
1.091	12,073 156	7,282 838	131,525 468	957,878 399	1089,403 867	0,959 282
1.092	12,203 778	7,194 184	133,070 331	957,332 073	1090,402 404	0,958 735
1.093	12,334 326	7,107 456	134,616 992	956,783 949	1091,400 941	0,958 186
1.094	12,464 799	7,022 592	136,165 437	956,234 041	1092,399 478	0,957 635
1.095	12,595 195	6,939 536	137,715 655	955,682 360	1093,398 015	0,957 083
1.096	12,725 514	6,858 229	139,267 632	955,128 920	1094,396 552	0,956 528
1.097	12,855 755	6,778 617	140,821 355	954,573 734	1095,395 089	0,955 972
1.098	12.985 917	6,700 650	142,376 812	954,016 814	1096,393 626	0,955 415
1.099	13,115 999	6,624 276	143,933 989	953,458 174	1097,392 163	0,954 853
1.100	13,246 000	6,549 449	145,492 874	952,897 826	1098,390 700	0,954 294
1.101	13,375 919	6,476 122	147,053 454	952,335 783	1099,389 237	0,953 731
1.102	13,505 755	6,404 250	148,615 715	951,772 059	1100,387 774	0,953 167
1.103	13,635 507	6,333 794	150,179 645	951,206 666	1101,386 311	0,952 600
1.104	13,765 174	6,264 710	151,745 231	950,639 617	1102,384 848	0,952 033
1.105	13,894 755	6,196 960	153,312 459	950,070 926	1103,383 385	0,951 463

Digitized by Google

S	P	G	Kg	W	C	RW
1,106	14,024 249	6,130 506	154,881 316	949,500 606	1104,381 922	0,950 892
1,107	14,153 656	6,065 312	156,451 789	948,928 670	1105,380 459	0,950 316
1,108	14.282.974	6,001 343	158,023 865	948,355 131	1106,378 996	0,949 745
1,109	14,412 202	5,938 565	159,597 530	947,780 003	1107,377 533	0,949 169
1,110	14,541 340	5,876 945	161,172 772	947,203 298	1108,376 070	0,948 591
1,111	14,670 386	5,816 453	162,749 576	946,625 031	1109,374 607	0,948 012
1,112	14,799 340	5,757 058	164,327 930	946,045 214	1110,373 144	0,947 431
1,113	14,928 199	5,698 732	165,907 820	945,463 861	1111,371 681	0,946 849
1,114	15,056 965	5,641 445	167,489 232	944,880 986	1112,370 218	0.946 265
1,115	15,185 635	5,585 171	169,072 153	944,296 602	1113,368 755	0,945 680
1,116	15,314 209	5,529 883	170,656 569	943,710 723	1114,367 292	0,945 093
1,117	15,442 685	5,475 558	172,242 467	943,123 362	1115,365 829	0,944 505
1,118	15,571 063	5,422 169	173,829 834	942,534 532	1116,364 366	0,943 916
1,119	15,699 342	5,369 694	175,418 654	941,944 249	1117,362 903	0,943 324
1,120	15,827 520	5,318 109	177,008 916	941,352 524	1118,361 440	0,942 732
1,121	15,955 597	5,267 393	178,600 604	940,759 373	1119,359 977	0,942 138
1,122	16,083 572	5,217 524	180,193 706	940,164 808	1120,358 514	0,941 542
1,123	16,211 444	5,168 481	181,788 207	939,568 844	1121,357 051	0,940 945
1,124	16,339 212	5,120 246	183,384 094	938,971 494	1122,355 588	0,940 347
1,125	16,466 875	5,072 798	184,981 353	938,372 772	1123,354 125	0,939 748
1,126	16,594 432	5,026 118	186,579 969	937,772 693	1124,352 662	0,939 147
1,127	16.721 882	4,980 188	188,179 928	937,171 271	1125,351 199	0,938 544
1,128	16,849 224	4,934 991	189,781 218	936,568 518	1126,349 736	0,937 940
1,129	16.976 457	4,890 511	191,383 823	935,964 450	1127,348 273	0,937 336
1,130	17,103 581	4,846 729	192.987 730	935,359 080	1128,346 810	0,936 730
1,131	17,230 592	4,803 631	194,592 924	934,752 423	1129,345 347	0,936 122
1,132	17,357 493	4,761 201	196,199 391	934,144 493	1130,343 884	0,935 513
1,133	17,484 281	4,719 423	197,807 117	933,535 304	1131,342 421	0,934 903
1,134	17,610 955	4,678 284	199,416 089	932,924 869	1132,340 958	0,934 292
1,135	17,737 515	4,637 768	201,026 290	932,313 205	1133,339 495	0,933 679
1,136	17,863 959	4,597 863	202,637 708	931,700 324	1134,338 032	0,933 065
1,137	17,990 287	4,558 555	204,250 328	931.086 241	1135,336 569	0,932 450
1,138	18,116 496	4,519 831	205,864 135	930,470 971	1136,335 106	0.931 834
1,139	18.229 984	4,485 468	207,317 565	929,916 224	1137,233 789	0,931 279
1,140	18,368 560	4,444 085	209.095 253	929.236 927	1138,332 180	0,930,599
1,141	18,494 412	4,407 039	210,712 536	928,618 181	1139,330 717	0,929 979
1,142	18,620 142	4,370 528	212,330 948	927,998 306	1140,329 254	0,929 358
1,143	18,745 750	4,334 543	213,950 475	927,377 316	1141,327 791	0,928 736
1,144	18,871 235	4,299 070	215,571 102	926,755 226	1142,326 328	0,928 113
1,145	18,996 595	4,264 101	217,192 815	926,132 050	1143,324 865	0,927 489
1,146	19.121 830	4,229 625	218,815 598	925,507 804	1144,323 402	0,926 864
1,147	19,246 939	4,195 631	220,439 438	924,882 501	1145,321 939	0,926 238
1,148	19.371 921	4,162 111	222,064 318	924,256 158	1146,320 476	0,925 610
1,149	19,496 775	4,129 053	223,690 226	923,628 787	1147,319 013	0,924 982
1,150	19,621 500	4,096 450	225,317 145	923,000 405	1148,317 550	0,924 353

Digitized by Google

S	P	G	Kg	W	C	RW
1.151	19,746 095	4,064 292	226,945 060	922,371 027	1149,316 087	0,923 722
1.152	19,870 559	4,032 571	228,573 958	921,740 666	1150,314 624	0,923 091
1.153	19,994 891	4,001 278	230,203 822	921,109 339	1151,313 161	0,922 459
1.154	20,119 090	3,970 404	231,834 638	920,477 060	1152,311 698	0,921 826
1.155	20,243 155	3,939 941	233,466 391	919,843 844	1153,310 235	0,921 192
1.156	20.367 085	3,909 883	235,099 065	919,209 707	1154,308 772	0,920 556
1.157	20.490 880	3,880 220	236,732 646	918,574 663	1155,307 309	0,919 920
1.158	20,614 538	3,850 945	238,367 119	917,938 727	1156,305 846	0,919 284
1.159	20,738 058	3,822 053	240,002 467	917,301 916	1157,304 383	0,918 646
1.160	20,861 440	3,793 533	241,638 677	916,664 243	1158,302 920	0,918 007
1.161	20,984 682	3,765 381	243,275 732	916,025 725	1159,301 457	0,917 368
1.162	21.107 784	3,737 589	244 913 617	915,386 377	1160,299 994	0,916 728
1.163	21,230 743	3,710 151	246,552 317	914,746 214	1161,298 531	0,916 086
1.164	21.353 561	3.683 060	248.191 817	914,105 251	1162.297 068	0,915 444
1.165	21.476 235	3,656 310	249,832 101	913.463 504	1163,295 605	0,914 802
1.166	21.598 765	3,629 894	251,473 154	912.820 988	1164,294 142	0,914 158
1.167	21.721 149	3,603 808	253,114 959	912,177 720	1165,292 679	0,913 514
1.168	21,843 387	3,578 045	254,757 503	911,533 713	1166,219 216	0,912 869
1.169	21.965 478	3,552 598	256,400 768	910,888 985	1167,289 753	0,912 224
1.170	22,087 420	3,527 464	258,044 740	910,243 550	1168.288 290	0,911 577
1.171	22.209 213	3,502 636	259,689 402	909,597 425	1169.286 827	0,910 930
1.172	22.330 856	3,478 109	261,334 739	908,950 625	1170,285 364	0,910 282
1.173	22,452 348	3,453 877	262,980 736	908,303 165	1171,283 901	0,909 634
1.174	22.573 688	3,429 936	264,627 376	907.655 062	1172,282 438	0,908 985
1.175	22,694 875	3,406 281	266,274 643	907,006 332	1173,280 975	0,908 335
1.176	22,815 908	3,382 907	267,922 523	906,356 989	1174,279 512	0,907 685
1.177	22,936 786	3,359 809	269,570 998	905,707 051	1175,278 049	0,907 034
1.178	23.057 508	3,336 982	271,220 054	905,056 532	1176,276 586	0,906 383
1.179	23.178 073	3,314 423	272,869 673	904,405 450	1177,275 123	0,905 731
1.180	23.298 480	3,292 126	274,519 840	903,753 820	1178,273 660	0,905 078
1.181	23,418 728	3,270 087	276,170 539	903,101 658	1179,272 197	0,904 425
1.182	23.538 817	3,248 302	277.821 754	902.448 980	1180,270 734	0,903 771
1.183	23.658 745	3.226 767	279,473 469	901.795 802	1181.269 271	0,903 117
1.184	23.778 511	3,205 478	281,125 667	901,142 141	1182,267 808	0,902 462
1.185	23,898 115	3.184 430	282,778 333	900,488 012	1183,266 345	0,901 807
1.186	24,017 555	3,163 621	284,431 450	899,833 432	1184,264 882	0,901 152
1.187	24.136 831	3,143 046	286,085 001	899,178 418	1185.263 419	0,900 496
1.188	24.255 940	3,122 701	287,738 971	898,522 985	1186,261 956	0,899 839
1.189	24.374 884	3,102 584	289,393 344	897,867 149	1187,260 493	0,899 183
1.190	24.493 660	3,082 689	291,048 102	897,210 928	1188,259 030	0,898 525
1.191	24.612 268	3.063 014	292,703 229	896,554 338	1189,257 567	0,897 868
1.192	24.730 706	3,043 562	294,358 709	895.897 395	1190,256 104	0,897 210
1.193	24.848 974	3,024 311	296,014 526	895,240 115	1191,254 641	0,896 552
1.194	24.967 071	3,005 276	297,670 662	894.582 516	1192,253 178	0,895 893
1.195	25,084 995	2,986 447	299,327 101	893,924 614	1193,251 715	0,895 234

Digitized by Google

S	P	G	Kg	W	C	RW
1,196	25,202 746	2,967 822	300,983 828	893,266 424	1194,250 252	0,894 575
1,197	25,320 323	2,949 397	302,640 824	892,607 965	1195,248 789	0,893 916
1,198	25,437 725	2,931 169	304,298 073	891,949 253	1196,247 326	0,893 256
1,199	25,554 951	2,913 136	305,955 559	891,290 304	1197,245 863	0,892 596
1,200	25,672 000	2,895 294	307,613 264	890,631 136	1198,244 400	0,891 936
1,201	25,788 871	2,877 642	309,271 172	889,971 765	1199,242 937	0,891 278
1,202	25,905 563	2,860 175	310,929 267	889,312 207	1200,241 474	0,890 615
1,203	26,022 075	2,842 891	312,587 530	888,652 481	1201,240 011	0,889 955
1,204	26,138 406	2,825 788	314,245 946	887,992 602	1202,238 548	0,889 294
1,205	26,254 555	2,808 863	315,904 497	887,332 588	1203,237 085	0,888 633
1,206	26,370 521	2,792 113	317,563 166	886,672 456	1204,235 622	0,887 972
1,207	26,486 304	2,775 536	319,221 936	886,012 223	1205,234 159	0,887 310
1,208	26,601 902	2,759 130	320,880 791	885,351 905	1206,232 696	0,886 649
1,209	26,717 314	2,742 891	322,539 712	884,691 521	1207,231 233	0,885 988
1,210	26,832 540	2,726 818	324,198 683	884,031 087	1208,229 770	0,885 326
1,211	26,947 578	2,710 909	325,857 687	883,370 620	1209,228 307	0,884 665
1,212	27,062 428	2,695 160	327,516 707	882,710 137	1210,226 844	0,884 003
1,213	27,177 087	2,679 570	329,175 724	882,049 657	1211,225 381	0,883 342
1,214	27,291 557	2,664 137	330,834 722	881,389 196	1212,223 918	0,882 681
1,215	27,405 835	2,648 858	332,493 684	880,728 771	1213,222 455	0,882 019
1,216	27,519 921	2,633 731	334,152 591	880,068 401	1214,220 992	0,881 358
1,217	27,633 813	2,618 755	335,811 428	879,408 101	1215,219 529	0,880 697
1,218	27,747 511	2,603 927	337,470 175	878,747,891	1216,218 066	0,880 035
1,219	27,861 014	2,589 245	339,128 816	878,087 787	1217,216 603	0,879 374
1,220	27,974 320	2,574 707	340,787 333	877,427 807	1218,215 140	0,878 713
1,221	28,087 429	2,560 311	342,445 709	876,767 968	1219,213 677	0,878 052
1,222	28,200 340	2,546 057	344,103 925	876,108 289	1220,212 214	0,877 392
1,223	28,313 052	2,531 940	345,761 965	875,448 786	1221,210 751	0,876 731
1,224	28,425 564	2,517 960	347,419 810	874,789 478	1222,209 288	0,876 071
1,225	28,537 875	2,504 115	349,077 443	874,130 382	1223,207 825	0,875 411
1,226	28,649 984	2,490 403	350,734 847	873,471 515	1224,206 362	0,874 751
1,227	28,761 890	2,476 823	352,392 002	872,812 897	1225,204 899	0,874 092
1,228	28,873 592	2,463 372	354,048 892	872,154 544	1226,203 436	0,873 432
1,229	28,985 089	2,450 050	355,705 498	871,496 475	1227,201 973	0,872 773
1,230	29,096 380	2,436 854	357,361 802	870,838 708	1228,200 510	0,872 115
1,231	29,207 464	2,423 782	359,017 788	870,181 259	1229,199 047	0,871 456
1,232	29,318 341	2,410 834	360,673 435	869,524 149	1230,197 584	0,870 798
1,233	29,429 009	2,398 008	362,328 728	868,867 393	1231,196 121	0,870 140
1,234	29,539 467	2,385 301	363,983 647	868,211 011	1232,194 658	0,869 483
1,235	29,649 715	2,372 714	365,658 174	867,555 021	1233,193 195	0,868 826
1,236	29,759 751	2,360 243	367,292 291	866,899 441	1234,191 732	0,868 170
1,237	29,869 575	2,347 888	368,945 980	866,244 289	1235,190 269	0,867 513
1,238	29,979 184	2,335 648	370,599 223	865,589 583	1236,188 806	0,866 858
1,239	30,088 580	2,323 520	372,252 002	864,935 341	1237,187 343	0,866 203
1,240	30,197 760	2,311 504	373,904 297	864,281 583	1238,185 880	0,865 548

Digitized by Google

S	*P*	*G*	*Kg*	*W*	*C*	*RW*
1.241	30,306 724	2,299 598	375,556 092	863,628 325	1239,184 417	0,864 894
1.242	30.415 470	2,287 801	377,207 367	862,975 587	1240,182 954	0,864 240
1.243	30.523 998	2,276 111	378,858 103	862,323 388	1241,181 491	0,863 587
1.244	30,632 307	2,264 527	380,508 284	861,671 744	1242,180 028	0,862 934
1.245	30,740 395	2,253 049	382,157 889	861,020 676	1243,178 565	0,862 282
1.246	30,848 262	2.241 674	383,806 901	860,370 201	1244,177 102	0,861 631
1.247	30,955 907	2,230 401	385,455 301	859,720 338	1245,175 639	0,860 980
1.248	31,063 329	2,219 230	387,103 069	859,071 107	1246,174 176	0,860 330
1.249	31,170 527	2,208 159	388,750 189	858,422 524	1247,172 713	0,859 680
1.250	31,277 500	2,197 186	390,396 641	857,774 609	1248,171 250	0,859 031
1.251	31,384 247	2,186 312	392,042 405	857,127 382	1249,169 787	0,858 383
1.252	31,490 767	2,175 534	393,687 464	856,480 860	1250,168 324	0,857 736
1.253	31,597 059	2,164 852	395,331 799	855,835 062	1251,166 861	0,857 089
1.254	31.703 122	2,154 263	396,975 391	855,190 007	1252,165 398	0,856 443
1.255	31,808 955	2,143 769	398,618 220	854,545 715	1253,163 935	0,855 798
1.256	31.914 557	2,133 366	400,260 268	853,902 204	1254,162 472	0,855 153
1.257	32,019 928	2,123 055	401,901 517	853,259 492	1255,161 009	0,854 510
1.258	32.125 066	2.112 834	403,541 946	852,617 600	1256,159 546	0,853 867
1.259	32,229 970	2,102 702	405,181 537	851,976 546	1257,158 083	0,853 225
1.260	32,334 640	2,092 659	406,820 271	851,336 349	1258,156 620	0,852 584

Eigenschaften der Soole aus Soolquellen.

Die natürlichen Soolen, die den Gebirgsschichten entquillen und entweder von selbst zu Tage treten oder durch Schächte und Bohrlöcher oder beim Bergbau aufgeschlossen werden, entstammen in der Regel nicht vorhandenen Steinsalzlagern, sondern anscheinend Soolansammlungen oder Salzimprägnationen der Gebirgsschichten. Allerdings benutzt man jetzt meist Soolen, die durch Auslaugung von Steinsalzlagern entstehen oder erzeugt werden. Dafs die natürlichen Soolen nicht von Steinsalzlagern abstammen, hat *Kant* bereits erwähnt und *v. Dechen* belegt. Letzterer sagt [1]): „Salzhaltige Quellen sind sowohl nach ihren Örtlichkeiten, als nach den Formationen, aus welchen sie hervortreten, sehr viel verbreiteter, als die bisher nachgewiesenen Steinsalzlager. An vielen Stellen und in mehreren Formationen, welche Soolquellen liefern, hat kein Steinsalz aufgefunden werden können, und ist auch keines vorhanden. An einigen Stellen, wo Salzquellen vorhanden waren und Steinsalz später aufgefunden wurde, ist der vollständige Nachweis geliefert worden, dafs dieselben in keinem unmittelbaren Zusammenhange stehen, d. h. dafs die Quellen ihren Salzgehalt nicht aus der Auflösung des in der Nähe befindlichen Steinsalzlagers entnommen haben, sondern aus Schichten, die das Salz in sehr ver-

[1]) Die nutzbaren Mineralien etc. 1873, S. 696.

Digitized by Google

teiltem Zustande und wohl immer mit Kalk, Magnesia und Kali verbunden enthalten."

Die weitere Annahme, dafs die Soolquellen ihr Material der einstigen Meeresbedeckung derjenigen Schichten verdanken, aus denen sie entspringen, mufste (nach *Ochsenius*), als noch weniger haltbar, fallen, weil unter dieser Annahme alle Quellen aus ozeanisch gebildeten Sedimentgesteinen annähernd gleich salinisch zusammengesetzt sein und sich blofs durch den Grad ihrer Verdünnung unterscheiden müfsten. Damit ist jedoch nicht gesagt, dafs es keine Soolen gäbe, die nur eine Zurückführung auf konzentrirtes Meerwasser gestatteten. Es mag dies z. B. bei den Quellen von Oeynhausen und Salzuflen der Fall sein. Diese rühren vielleicht daher, dafs sich (wie später bei Besprechung der Bildung der Salzlager näher ausgeführt wird), der Inhalt eines vom Ozean abgeschlossenen Meeresbeckens durch Verdunstung anreicherte, später in tiefer gelegene Horizonte abflofs und die Erdschichten einträukte, die jetzt das salinische Material der Soolen an die aufsteigenden Quellen abgeben. Tiefbohrungen auf Steinsalz bei Salzuflen ergaben nur Gyps- und Anhydritlager. Der Anhydrit war vielleicht als liegender Gyps s. Z. abgesetzt und durch lange Berührung mit den darüber stehen gebliebenen, nach und nach sich konzentrirenden Salzlösungen wasserfrei, d. h. zu Anhydrit geworden.

Die Bestandteile der natürlichen Soolen.

Alle natürlichen Soolen enthalten als Hauptbestandteil Chlornatrium; das in sehr konzentrirten Mutterlaugen überwiegende, leicht zerfliefsliche Chlormagnesium wird durch Bergwasser leichter weggeführt und in den Gesteinen leichter zersetzt. Stark chlormagnesiumhaltige Soolen gehören deshalb zu den Seltenheiten. In Deutschland enthält die von Salzderhelden in 100 festen Teilen 37,38 $MgCl_2$ und 34,63 $NaCl$, also noch nicht so viel, wie in den konzentrirten Mutterlaugen auftritt, wo 45,72 *Tle.* Chlormagnesium auf 34,63 *Tle.* Chlornatrium kommen.

Im allgemeinen unterscheidet man bei den Soolen zwei Gruppen.

In der ersten finden sich neben dem vorherrschenden Chlornatrium mit den untergeordneten Chloriden von Kalium, Magnesium und Calcium auch schwefelsaure Salze, zunächst schwefelsaures Calcium, dann schwefelsaure Alkalien, Magnesium, Baryum u. a. In der zweiten Gruppe fehlen die schwefelsauren Salze vollständig (Dürkheim, pfälzische Soolen bei Kreuznach u. a.). Nach dem, was auf S. 19 über räumliche Trennung der Chlor- und schwefelsauren Salze bemerkt ist, sind solche Verhältnisse wohl zu erklären.

Wird z. B. eine Salzsenke, wie die argentinischen, die von anfangs äolisch und später vielleicht aus Wasser abgesetzten Deckschichten überlagert ist, später durch Quellen, die von unten emporsteigen, angegriffen und fassen diese dann nur den mittleren Teil, so hat man

Digitized by Google

eine von schwefelsauren Salzen freie Soole. Bezeichnend macht sich das schon geltend bei dem bitteren Bache *Gorkoi Jerik* am Eltonsee, der ausschliefslich Chloride führt, wogegen Nachbarbäche nicht frei von schwefelsauren Salzen sind.

Chlorcalcium gehört neben den im Bachwasser nur allein noch vorhandenen Chloriden des Natriums und Magnesiums zu den spezifischen Mutterlaugensalzen, die bei der Verdunstung des Meerwassers zuletzt zurückbleiben, und es setzt mit Chlormagnesium den Tachhydrit zusammen.

Die Soolen nehmen auf ihrem unterirdischen Wege aus den angetroffenen Gesteinen allerlei Bestandteile auf. Sie verwandeln höchstwahrscheinlich auch tierisches Material, das sie unterwegs vorfinden, in Bitumen, und erhalten dadurch ihren eigentümlichen Geruch oder Gehalt an bituminösen Stoffen.

In den meisten natürlichen Soolen sind aufser den bezeichneten schwefelsauren Alkalien und Erden oder Chloriden auch geringe Mengen Brom, Jod, Bor oder Lithium nachgewiesen. Es sind dies alles ebenfalls Bestandteile des Meerwassers und der bei der Verdunstung des Meerwassers zurückbleibenden Mutterlaugen.

Diese Bestandteile findet man sämmtlich auch in salinischen Mineralquellen und es macht keinen Unterschied, ob die Quellen aus Granit oder Kalkstein, Trachyt oder Schiefer, Basalt oder Sandstein und anderen hervorquillen.

Manche Soolen sind reich an freier Kohlensäure und haben dann oft auch einen bedeutenden Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul und Kalk, was bei anderen nicht der Fall ist. Der Gehalt der Soolquellwasser an den genannten Substanzen erklärt sich dadurch, dafs die Quellen beim Empordringen in verschiedenen Gebirgsschichten Bestandteile aufnehmen und abgeben. Kommt die Soole z. B. mit in Zersetzung begriffenem Schwefelkies zusammen, so bildet sich aus dem schwefelsauren Eisenoxyd Eisenchlorid und schwefelsaures Natrium. Das Eisenchlorid giebt in Berührung mit Kalkstein und Dolomit unter Kohlensäureentwickelung Chlormagnesium und Chlorcalcium und meist im Erdinneren zurückbleibendes Eisenoxyd. Durch Wechselwirkung dieser Chlormetalle mit dem bereits gebildeten schwefelsauren Natrium entstehen Chlornatrium, schwefelsaures Magnesium und schwefelsaures Calcium. Die Menge dieser Bestandteile in einer Soole hängt hauptsächlich von der Menge des ursprünglich vorhandenen schwefelsauren Eisenoxyds oder schwefelsauren Natriums ab, sowie davon, ob die Soole mehr oder weniger mit Kalkstein oder Dolomit in Berührung kam. Die Gegenwart von kohlensaurem Calcium begünstigt auch die Zersetzungsfähigkeit des Chlornatriums durch Kohlensäure (siehe S. 78 u. f.).

Kohlensaure Erden, sowie kohlensaures Eisen- und Manganoxydul gehen in Folge des Kohlensäuregehaltes der Soole in Lösung. Der

Digitized by Google

Gehalt an freier Kohlensäure ist in einigen Soolen (Soolsprudeln) bedeutend, z. B.:

Nauheim	2,376 *Promille*,
Homburger Elisabethquelle	1,95 „
Kissinger Soolsprudel	1,89 „
Oeynhausen	1,03 „
Königsborn	0,764 „

(Siehe Analysen S. 74 u. 75.)

Laufen die Soolen durch Torfgründe oder kommen sie mit Braunkohlenlagern in Berührung, so nehmen sie färbende organische Substanzen (Humussäure, Quellsäure, Quellsatzsäure oder Extraktivstoff) auf, die bei der Versiedung der Soolen störend wirken und zu Salzverlusten Veranlassung geben.

Die reicheren Soolquellen sind die reineren; bei mehr als 20 *Pzt.* Salzgehalt enthalten sie meist nur 2 bis 3 *Tle.* fremde Salze, während ärmere, z. B. zwei- bis dreiprozentige, auf 100 *Tle.* Kochsalz bis zu 30 *Tln.* davon enthalten. Manche Soolen fliefsen seit Jahrhunderten bei gleich bleibender Beschaffenheit, viele haben ihre Zusammensetzung geändert, besonders hat im Laufe der Zeit ihr Chlornatriumgehalt abgenommen, auch wohl ganz aufgehört, wenn der Salzgehalt des Gebirges erschöpft war. Bei manchen Quellen ist auch eine Erhöhung des Salzgehaltes beobachtet, wenn die atmosphärischen Wasser bei ihrem Eindringen in die salzführenden Gebirgsmassen reichere Mittel aufschlossen.

Temperatur der Soolquellen.

Die Temperatur der Soolquellen ist meist höher, als die mittlere Temperatur des Ortes, z. B. hat die zu Halle 18,75°, zu Dürrenberg 17,5°, zu Kreuznach 34,4° *C.* Die mittlere Ortstemperatur in Westfalen beträgt etwa 8,75° *C.*, die der Soolquellen 11,25 bis 17,5° *C.*, meist 12,5 bis 15° *C.* Die Thermalquellen in Oeynhausen haben eine Temperatur von 33,25, 24,2 und 25,9° *C.* Es ist die Temperatur

des grofsen Sprudels Nr. VII von Nauheim	31,6°
der Friedrich-Wilhelmsquelle daselbst	35,3°
des Soolsprudels in Kissingen	18,12°
der Schönbornquelle daselbst	20,25°

Mit der Temperatur steigt im allgemeinen der Salzgehalt. Ein Zusammenhang wird nur darin zu finden sein, dafs die wärmeren Quellen aus gröfserer Tiefe stammen, wo sie die höhere Wärme der mit der Tiefe zunehmenden Temperatur der Erdschichten annehmen, dafs sie dort ihrem Ursprunge näher liegen und beim Aufsteigen nicht durch kühlere, aus höheren Gebirgsschichten kommende süfse Wasser verdünnt werden [1]).

[1]) Mitteilungen über die Temperaturen in Soolbohrlöchern und den Salzgehalt der Soolquellen in der Provinz Sachsen enthält der Aufsatz von Berghauptmann *Martins* in *Karstens Arch.*, II. R., 1846, **20**, 257.

Digitized by Google

Gruppirung der Bestandteile der Soolen.

Die Ansichten über die Gruppirungsverhältnisse der elektronegativen Bestandteile in den Soolen, nämlich Chlor, Brom, Schwefelsäure, Kohlensäure, Kieselsäure, und der elektropositiven Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Eisen, Rubidium, Cäsium, Thallium und ihre Oxyde, sind noch verschieden; man weifs nur, dafs die freie Kohlensäure in denselben mit Erden (Kalk, Magnesia) und Metalloxyden (Eisenoxyd) lösliche doppeltkohlensaure Salze bildet und dafs die nicht mit Kohlensäure vereinigte Kalkerde bei Gegenwart von Schwefelsäure immer mit dieser verbunden ist, und dies deshalb, weil es keine Soole giebt, die, vom kohlensauren Calcium abgesehen, zu gleicher Zeit mehr Schwefelsäure und mehr Kalkerde enthielte, als der Gypsmenge entspricht, die sie in Lösung halten kann. Da sich, abgesehen vom Gehalte der Soolen an Gyps und kohlensaurem Calcium, Schwefelsäure und Kalkerde hiernach einander gegenseitig ausschliefsen, so kann in einer Soole, die neben Gyps andere schwefelsaure Salze enthält, aufser kohlensaurem Calcium kein anderes Kalksalz mehr vorhanden sein, und im anderen Falle kein anderes schwefelsaures Salz, wenn eine Soole neben Gyps und kohlensaurem Calcium andere Kalksalze enthält. *Otto* empfiehlt, den Rest Schwefelsäure, der nicht als schwefelsaures Calcium aufgeführt werden kann, mit den stärksten Basen (Kalium, Natrium) verbunden anzunehmen, um so zu einer gleichmäfsigen Anschauungsweise zu gelangen.

Auch die Zuteilung des Chlors verursacht mitunter Schwierigkeiten. In der Berechnung der Soolen von Schönebeck oder Dürrenberg u. a. erscheinen nach früheren Auflagen des Lehrbuches von *Graham-Otto* einmal 10,186 und ein andermal 10,404 und 7,433 oder 7,539 *Pct.* Chlornatrium, je nach der Art der Verteilung von Schwefelsäure und Chlor.

Für den Salinisten ist nun die Frage: wie viel Chlornatrium enthält die Soole? von der gröfsten Wichtigkeit. Die gebräuchlichen Vorschriften über die Verteilung der ermittelten Basen und Säuren liefsen Zweifel zurück und führten dazu, dafs sich Theorie und Praxis, Berechnung und Wirklichkeit nicht deckten. Weder die *Fresenius*sche Anweisung ($MgSO_4$-Regel), noch die *Böckmann*sche ($MgCl_2$-Regel), noch die französische sogen. Halbirungsmethode genügen. *J.* und *S. Wiernik* (*Ztschr. f. ang. Ch.* 1893, S. 43) beseitigen den Übelstand durch die Beobachtung, dafs, in Übereinstimmung mit der Löslichkeitsregel der Metallsalze in Alkohol, von den angeführten in Frage kommenden Verbindungen nur das Chlormagnesium in absolutem Alkohol (von 0,796 *spf. Gew.*) löslich ist, und dafs es sich auf diese Weise rein von seinen Begleitsalzen trennen läfst. (Nach *R. B. Riggs* ist es von Kalium- und Natriumchlorid auch durch Amylalkohol gut scheidbar.) Durch dies ziemlich einfache Verfahren wird vermieden, dafs schwefelsaures Magnesium oder schwefelsaures Natrium, wie es bei Befolgung der bisher allgemein

Digitized by Google

Analysen von So

	NaCl	KCl	$CaCl_2$	$MgCl_2$	K_2SO_4
1. Soole von *Dürkheim* in 316 *m* erbohrt, nach *Bunsen* u. *Kirchhoff*	12,71	0,0966	3,031	0,3987	—
2. Wasser aus einem Bohrloche im Steinkohlengebirge bei *Zwickau* .	14,884	0,180	6,290	3,123	—
3. Grubenwasser der Zeche *Johann* bei *Steele*	21,248	0,147	1,767	0,016	—
4. Soolwasser bei *Tarentum*, *Pennsylvanien*, erbohrt	32,978	0,041	8,578	2,166	—
5. Soolquelle bei *Hallowell*, *Amos Hubbs*, *Canada*, erbohrt in 27 *m* Tiefe	38,732	Spur	15,923	12,906	—
6. Soole aus dem 14 *m* tiefen Soolschachte bei *Kötzschau*, Provinz Sachsen (aufser Betrieb)	27,32	—	—	—	0,24
[1]) 7. Edelsoole von *Reichenhall* . . .	224,363	—	—	1,802	0,612
8. Soole aus dem 223 *m* tiefen Schachte bei *Dürrenberg*, Provinz Sachsen, 1,063 *spf. Gew.*	75,93	—	—	1,25	0,83
9. Neuere Analyse daher	87,4	0,7	—	1,6	—
10. Soole von *Königsborn*, *Westfalen*	63,38	—	1,48	1,18	—
11. Soole von *Werl*, *Westfalen* . . .	68,58	1,78	4,25	— [2])	—
12. Soole von *Kreuznach*	14,15	0,06	2,61	0,23	—
				$MgBr_2$	MgJ_2
13. Werriesquelle bei *Königsborn*, nach *Fresenius*	74,7450	0,6856	3,0503	0,0191	0,0002
		Li Cl			
14. *Oeynhausen*, Thermalsoole, Bohrloch 1 (1895)	31,67	0,005	—	1,45	0,27
Daselbst, Soole d. Bülowbrunnens	90,73	0,006	—	1,70	0,42
15. *Salzuflen*, Sophienquelle	39,78	—	—	1,97	0,65
16. *Rothenfelde*, Soolquelle (nach *Wiggers*, 1841)	56,16	—	—	1,96	0,21
17. *Nauheim*, Grofser Sprudel . . .	21,82	0,50 [10])	1,70	0,44	—
18. *Kreuznach*, Elisabethquelle . . .	10,52	0,15 [12])	1,97	0,14	—
		LiCl [14])			
19. *Kissingen*, Soolsprudel	11,80	0,027	—	0,74	0,59

[1]) Analysen 1 bis 7 nach *Roth*, *Chem. Geol.* **1**, 445.

[2]) Jod = 0,0005.

[3]) $SrCl_2$ = 0,074, $LiCl$ = 0,072, KJ = 0,006.

[4]) Basisch phosphors. Calcium = 0,0003, halb gebundene Kohlensäure = 0,5541, freie Kohlensäure = 0,7641.

[5]) Arsensäure = 0,0001.

[6]) Nicht gebundene Kohlensäure = 1,082 *ccm* in 1 *Liter*.

[7]) Arsensäure = 0,0002.

Digitized by Google

d Salzwassern.

SO_4	$MgSO_4$	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$FeCO_3$	$MnCO_3$	$MgBr_2$	KBr	SiO_2 u. Al_2O_3	In 1000 Tln. sind enth.
-	—	0,1962	0,0096	0,0061	Spur	—	0,0222	0,0004 0,0002	= 16,5
-	—	0,359	Spur	0,151	0,012	Spur	—	0,017 0,013	= 25,1
-	—	0,444	0,124	0,009	—	0,011	—	0,016	= 23,9
-	—	2,764	1,377	0,038	Spur	0,115	—	0,102 0,041	= 48,4
						NaBr	KJ		
-	—	—	—	—	—	0,468	0,013	—	= 68,0
5	0,91	0,26	0,18	—	—	—	—	0,10	= 33,3
65	—	0,010	Spur	—	—	$MgBr_2$ 0,030	—	0,011 0,008	= 233,0
8	0,57	0,13	0,02	0,01	—	freie CO_2 Spur	—	0,02	= 83,9
	—	—	0,2	—	—	$NaBr$ [2]) 0,066	—	—	= 96,27
3	—	1,013	0,003	—	—	—	—	—	= 69,3
5	1,44	1,27	—	—	—	—	0,0144	0,055	= 77,89
-	—	0,03	0,01	0,05	—	MgJ_2 Spur	LiCl Spur	0,13	= 17,3
339	$SrSO_4$ 0,1352	0,1568	0,8959	0,0414	0,0004	AmCl 0,0968	0,0619	0,0102	= 81,336 [4])
1	—	1,02	—	0,11	—	NaBr 0,0015	NaJ 0,0001	0,057 [5])	= 40,92 [6])
1	—	1,35	—	0,11	—	0,0028	0,0005	0,041 [7])	= 100,29
8	—	1,61	0,018	0,026		—	—	0,059	= 49,83 [8])
2	—	2,28	0,24	0,059	0,017	0,0027	MgJ_2 0,00002	Spur	= 66,64 [9])
35	$SrSO_4$ 0,039	2,35	—	0,045		0,006	—	0,043	= 27,09 [11])
							NaJ od. MgJ_2		
—	—	0,18	0,36	0,042		0,0499	0,0004	0,105	= 13,62 [13])
1	0,70	2,25	0,19	0,061		0,010	—	0,014	= 17,40 [15])

[2]) Nicht gebundene Kohlensäure = 0,617.
[5]) Nicht gebundene Kohlensäure = 1,332.
[10]) *LiCl* = 0,049; *AmCl* = 0,055.
[11]) Nicht gebundene Kohlensäure = 2,376.
[12]) *LiCl* = 0,063; *AmCl* = 0,022.
[13]) Nicht gebundene Kohlensäure = 0,047.
[14]) *AmCl* = 0,027.
[15]) Nicht gebundene Kohlensäure = 1,89.

Digitized by Google

üblichen Regeln vorkommen mufste, obgleich es unzutreffend war, ausgeschlossen blieben.

Zum Vergleich dienen folgende Ziffern:

Soole von *Montmorot* (Südostfrankreich)	Zusammensetzung	Nach *Fresenius* Regel	Nach *Böckmanns* Regel	Nach Halbirungs-Regel	Nach *Wiernik*
Cl = 183,310	NaCl	301,81	291,94	297,02	297,60
$BaSO_4$ = 24,550 . . .	$MgCl_2$	0,23	8,24	4,12	3,65
$Mg_2P_2O_7$ = 9,630 . . .	$CaSO_4$	2,85	2,85	2,85	2,85
CaO = 1,175	$MgSO_4$	10,12	—	5,20	5,36
	Na_2SO_4	—	11,98	5,82	5,63
Soole von *Bex* (Schweiz)					
Cl = 189,080	NaCl	283,06	282,32	283,06	282,70
$BaSO_4$ = 4,550	$MgCl_2$	23,18	23,78	23,18	23,47
$Mg_2P_2O_7$ = 27,780 . .	$CaSO_4$	1,80	1,80	1,80	1,80
CaO = 0,743	$MgSO_4$	0,75	—	0,75	0,39
	Na_2SO_4	—	0,89	—	0,42

Man darf also nun bei einer Analysenberechnung nicht mehr das überschüssige Chlor an überschüssig erscheinendes Magnesium binden, wenn das Chlormagnesium mit Alkohol völlig ausgezogen ist. Die auf S. 74 und 75 mitgeteilten Analysen von Soolen und Salzwassern werden daher zum Teil einiger Berichtigung bedürfen, soweit sie nicht nach den *Wiernik*schen Grundsätzen ausgeführt und berechnet sind.

Einfluſs der fremden Salze in den Soolen.

Das Vorhandensein der fremden Salze, die sich neben dem Kochsalz in den Soolen vorfinden, übt verschiedene Wirkungen auf die Löslichkeit des Kochsalzes, das spezifische Gewicht der Soolen und deren oben behandelte Eigenschaften, sowie auf das Versieden der Soolen und die Ausscheidung des Kochsalzes aus. Sowohl beim Erwärmen als beim Abkühlen kommen Zersetzungen und Wechselwirkungen vor, so daſs die Zusammensetzung nicht dieselbe bleibt[1]).

Werden zu einer gesättigten Kochsalzlösung andere Salze gesetzt, so kann, nach *Karsten*, folgendes eintreten:

a) Es findet eine Absonderung des Kochsalzes statt, z. B. bei Zu-

[1]) Verhalten gemischter Lösungen von Chlornatrium, Chlorkalium und Chlorammonium im *Berggeist* 1866, S. 283. Löslichkeit von Salzgemischen im *Ber. chem. Ges.* 1873, S. 482, 648 (*Rüdorff*). Verhalten von kohlensaurem Magnesium zu Gyps bei Anwesenheit von Chlornatrium in *Erdmanns Journ. f. prakt. Chem.* 1872, 6, 273.

Digitized by Google

satz von Salmiak, Natronsalpeter, Chlorkalium, indem sich diese Salze auflösen. Fügt man umgekehrt zu den gesättigten Lösungen dieser Salze Kochsalz, so scheiden sie sich unter Auflösung des Kochsalzes ab.

b) Es wird nicht das Kochsalz, sondern das Zusatzsalz ausgeschieden. In einer gesättigten Lösung von Kochsalz löst sich krystallisirtes Glauber- und Bittersalz klar auf. Gesättigte Lösungen von Glauber- und Bittersalz lösen die ersten Anteile von Kochsalz klar auf, dann werden Glauber- und Bittersalz in schönen Krystallen teilweise ausgesondert.

c) Es findet gar keine Absonderung statt, wenn man z. B. in einer gesättigten Kochsalzlösung Kalisalpeter auflöst. Wird letzterer bei der betreffenden Temperatur bis zur Sättigung zugesetzt, so erhält die Lösung wieder die Fähigkeit, noch Kochsalz aufzunehmen, so daſs also die Auflösungsfähigkeit des einen Salzes durch das andere gesteigert wird.

d) Es findet ein Umtausch der Bestandteile statt; so geben z. B. Kochsalz und Zinkvitriollösung schwefelsaures Natrium und Chlorzink.

In vielen Fällen erhöhen in Gemischen verschiedener Salzlösungen Salze mit verschiedenen Basen und verschiedenen Säuren dadurch, daſs eine doppelte Zersetzung stattfindet, gegenseitig ihre Löslichkeit, während Salze, welche eine gemeinschaftliche Säure oder Base haben und sich also nicht umsetzen können, ihre Löslichkeit gegenseitig vermindern (s. auch S. 60).

Eine scheinbare Minderauflöslichkeit des Kochsalzes in kaltem Wasser findet nach *Fuchs* dann statt, wenn es mit sehr leicht auflöslichen Salzen, wie Chlormagnesium und Chlorcalcium, verunreinigt ist. Diese Salze, die in höherer Temperatur in ihrem eigenen Krystallwasser aufgelöst erhalten werden, entziehen dem Kochsalze beim Sinken der Temperatur einen Teil Wasser, so daſs es sich in fast reinem Zustande ausscheidet. Aus diesem Verhalten erklärt sich auf Salinen der Absatz sehr schöner Kochsalzkrystalle beim längeren Stehen der an den oben genannten Salzen reichen Mutterlaugen, ferner die Bildung von grobkörnigem Salze aus einer Salzlösung, die viel Chlormagnesium enthält. Bei einem gewissen Verhältnis zwischen Kochsalz und Chlormagnesium tritt indes beim Verdampfen der Lösung eine andere Wirkung ein; hat diese nämlich einen bestimmten Konzentrationsgrad erreicht, so setzen sich keine Krystalle mehr ab, sondern es entsteht eine die Verdampfung behindernde Salzhaut, die sich beim Zerstören wieder erneuert.

Eine gesättigte Kochsalzlösung kann noch 2 bis 3 *Pzt.* andere Salze, wie schwefelsaures Kalium, Natrium, Magnesium und andere, auflösen, so daſs natürliche Soolen einen Gehalt von 29 bis 30 *Pzt.* zeigen können.

Aus einer Lösung von schwefelsaurem Magnesium und Chlornatrium krystallisirt in Frostkälte schwefelsaures Natrium aus und Chlormagnesium bleibt in Lösung, während beim Verdampfen in höherer

Digitized by Google

Temperatur keine vollständige Wechselzersetzung der Salze eintritt. Die Gewichtsverhältnisse dieser Salze in der Lösung üben auf diese Umsetzungen einen besonderen Einfluſs aus, und bei der Verteilung der Salzbildner und Säuren auf die Metalle und Basen nach den analytischen Ergebnissen wird auch die Temperatur zu berücksichtigen sein.

Leitet man in eine Kochsalzlösung Salzsäuregas[1]) ein, das bei einigen Prozessen als geringwertiges Nebenprodukt gewonnen wird, so schlägt sich nach *Margueritte* und *Reinsch* alles Salz bis auf einige Tausendteile nieder und die darüberstehende Flüssigkeit giebt verkäufliche Salzsäure. Aus einer Lösung von Chlorkalium und Chlornatrium schlägt sich beim Einleiten von Salzsäuregas zuerst letzteres nieder, so daſs durch dieses Verfahren beide Salze bis zu einem gewissen Grade getrennt werden können. Schwefelsaures Magnesium und Chlormagnesium werden nicht gefällt. Es mag sich dieses Verfahren mit Vorteil zur Darstellung von reinem Kochsalz, zur Gewinnung von rohem Kochsalz und zur Abscheidung des Chlorkaliums aus der Mutterlauge der Salzgärten anwenden lassen. *Schrader* erhielt andere Ergebnisse.

Bei -15^0 schieſsen aus einer gesättigten Kochsalzlösung leicht zerflieſsliche, tafelförmige Krystalle an, ein Hydrat des Kochsalzes mit 38 *Pzt.* Wasser, nach *Mitscherlich* $NaCl \cdot 4H_2O$. Bei -10^0 verlieren die Krystalle, selbst mitten im Wasser, ihren Wassergehalt.

Andererseits können konzentrirte Chlornatriumlösungen bis auf -13^0 erkalten, ohne zu gefrieren, wie *A. Woeikof* am Salzsee Kupalnoozero bei Ilezk (550 *km* von Orenburg) beobachtet hat.

Unter Umständen scheint Chlornatrium auch die Rolle von Krystallwasser einnehmen zu können. So entsteht bei einer Newyorker Bicarbonatfabrik ein Salz von der Zusammensetzung $MgCO_3 \cdot Na_2CO_3 \cdot NaCl$; dasselbe ist auch in Ebensee beobachtet worden, und zwar bei der Verarbeitung von stark chlormagnesiumhaltiger Soole auf Soda nach *Solvays* Verfahren.

Aus Lösungen, welche phosphorsaure Salze enthalten, krystallisirt das Kochsalz in Oktaëdern aus.

Einwirkung von Kohlensäure.

Wird ein Gemenge von Kochsalz und Magnesia oder kohlensaurem Magnesium mit wenig Wasser in einem geschlossenen Gefäſse unter Druck mit Kohlensäure behandelt, so bildet sich schwer lösliches doppeltkohlensaures Natrium und Chlormagnesium:

$$2NaCl + MgO + 2CO_2 + H_2O = 2NaHCO_3 + MgCl_2.$$

Auch ohne künstlich erzeugten Druck ist das Salz durch Kohlensäure zersetzbar.

---

[1]) *Polyt. Journ.* 1856, **141**, 387 (*Margueritte*); 1862, **166**, 55 (*Schrader*). *Jahresber. d. chem. Technol.* 1862, S. 223 (*Reinsch*).

Digitized by Google

Daſs unter Umständen eine schwache Säure das Salz einer stärkeren Säure zu zerlegen und sich mit der frei gewordenen Base zu verbinden vermag, konnte nicht nur unter Berücksichtigung der Massenwirkung angenommen werden, sondern ist auch durch Versuche erwiesen. *Sotschnow* hat gezeigt, daſs bei der Absorption von Kohlensäure durch eine Lösung von essigsaurem Natrium freie Essigsäure auftritt, und *Binz* hat gelehrt, daſs das salicylsaure Natrium im Organismus durch die Kohlensäure der Gewebe zerlegt werde. Es war bekannt, daſs Milchsäure Chloride zersetzt und daſs Kohlensäure Chlornatrium und Chlorblei zu zerlegen im Stande ist, wie *Hugo Müller* bewies. Es war jedoch wünschenswert, auch über das Verhalten anderer Chloride, die den Mutterlaugensalzen des Chlornatriums angehören, Aufschluſs zu erhalten, und dieser ist zuerst von *Hugo Schulz* [1]) in deutlicher Weise gegeben worden.

Schulz wies die in den Lösungen der Chloride entstandene freie Salzsäure durch die Anwendung von Methylanilinviolett nach und bestimmte die Intensitätsunterschiede, die für die Zersetzung der einzelnen Chloride durch die Kohlensäure bestanden, am Spectrum der Flüssigkeiten nach der Breite der Absorptionsstreifen.

Hiernach wird durch Kohlensäure am meisten angegriffen eine Lösung von Chlornatrium in Wasser; diese reduzirt die Breite des Absorptionsstreifens der entsprechenden Normallösung um 55 *Pzt.*, eine Lösung von Chlorkalium um 45, von Chlorlithium um 40, von Chlorrubidium und Chlormagnesium um 35, von Chlorcalcium und Chlorstrontium um 30 und von Chlorbaryum um 20 *Pzt.*; so daſs also ein 20 Skalenteile breiter Streifen bei Chlornatrium nur 9, dagegen bei Chlorbaryum 16 freie Teile zeigt.

Es folgt daraus, daſs die Chloralkalien, sowie die Chlorerdalkalien in wässeriger Lösung durch Kohlensäure schon bei niedriger Temperatur und geringem Atmosphärendruck unter Bildung von Salzsäure und kohlensauren Alkali- oder Erdalkalisalzen zerlegt werden. Die Zerlegbarkeit ist bei den verschiedenen Verbindungen verschieden; sie steigt vom Chlorbaryum zunehmend aufwärts zum Chlornatrium.

Aus Chlorkalk und aus Chlorlithium macht Kohlensäure bei genügend langer Einwirkung sämmtliches Chlor frei [2]).

Die chemische Wirkung der unter dem Einflusse des Kapillardruckes stehenden Kohlensäure ist nach Bunsen [3]) über alle Erwartung groſs. Es scheint, daſs sich dabei Kohlensäurelösungen von groſser Konzentration erzeugen, die stark zersetzende Wirkungen ausüben können. So löst z. B. Kohlensäure von Glasfäden 5,83 *Pzt.* der Masse auf, bestehend aus Natron und Kieselsäure.

---

[1]) *Pflügers Arch. d. Physiol.* **27**, 454; *erw. Chem. Centralbl.* 1882, S. 567.
[2]) *W. Kraut, Ann.* **214**, 254 ff.; *erw. Chem. Ber.* 1882, S. 2735.
[3]) *Ann. Chem. Phys.* 1886, S. 161.

Digitized by Google

Durch Versuche bewies L. Liebermann[1]), daſs die Alkalisalze Chlornatrium, schwefelsaures und salpetersaures Natrium, sowie Jodkalium unter Freiwerden ihrer Säuren durch Kohlensäure zerlegt werden. Dabei wurde die Anwesenheit der freien Salzsäure nicht, wie bei den Experimenten von *H. Schulz*, durch Theerfarbstoffe, sondern durch Kupferoxyd festgestellt.

Die Gegenwart von kohlensaurem Calcium scheint in der Natur die Zersetzung des Chlornatriums durch Kohlensäure zu begünstigen. Wahrscheinlich stammt das kohlensaure Natrium einiger Soolen daher. Die frei werdende Salzsäure bindet sich dann vermutlich mit anderen Basen im Erdreiche oder entweicht in die Luft, zum Teil vielleicht in Form organischer Chlorverbindungen, bildet dann aber mit atmosphärischem Ammoniak Salmiak und kehrt in den Boden zurück.

Ein weiterer Beweis für die Zerstörung des Chlornatriums durch Kohlensäure liegt in dem Verhalten des Ultramarins. Eine Lösung von weiſsem Ultramarin, die erst durch Zusatz von Salzsäure blau wird, bleibt weiſs in Gegenwart von Chlornatrium, und ebenso bei Zutritt von Kohlensäure, wird aber sofort blau, wenn Chlornatrium und Kohlensäure vereint zur Wirkung kommen, denn die Kohlensäure setzt sich mit Chlornatrium zu kohlensaurem Natrium um und macht damit die Salzsäure frei.

Hieraus kann man schlieſsen, daſs die Ansicht, eine Chlornatriumlösung sei als aus Natronhydrat und freier Salzsäure bestehend zu betrachten, nicht richtig ist, denn sonst müſste eine solche Lösung für sich allein weiſses Ultramarin blau färben.

In der Natur hat besonders vulkanische Kohlensäure die Soda-, Tronalager u. a. aus Chlornatrium gebildet. Vielleicht haben da die begleitenden Mutterlaugensalze mitgewirkt. Deren Derivate bilden die ständigen Begleiter der Sodabetten und Tronavorkommen (s. *Z. f. pr. G.* 1893, S. 198 ff., 221; 1894, S. 66).

Das Wasser des offenen Oceans enthält nur unbedeutende Mengen von kohlensaurem Calcium; die Seetiere finden darin nicht genug für ihre Schalen und Gehäuse. Sie produziren aber freie Salz- (und auch Schwefel-) säure, indem sie das Chlornatrium u. a. durch ihre Kohlensäure zersetzen, und verwenden das gebildete kohlensaure Natrium zur Zerlegung des im Meerwasser in reichlicher Menge vorkommenden Gypses, um aus ihm mit der Soda kohlensaures Calcium und schwefelsaures Natrium zu bilden. Ersteres wird verbraucht, letzteres in das Meerwasser wieder abgeführt. So vermittelt das Salz auch die Bildung der marinen Kalkabsätze. Die aus ihm hervorgegangene Soda vermochte im Anfang die Kalksilikate der fest gewordenen Erdrinde in schwer lösliches kohlensaures Calcium und leicht lösliches kieselsaures Natrium zu verwandeln und so die ersten kalkigen Absätze zu verursachen, die vielleicht nicht mit der Thätigkeit von Organismen zusammenhängen.

---

[1]) *Ungar. Akad.* **21**, 4, 90. *Chem.-Ztg.* 1890, S. 594.

Digitized by Google

Salze im Trinkwasser.

Da, wo Soolquellen auftreten, oder wo Salzwerke, Salinen, chemische Fabriken betrieben werden, wird man in dem den Bodengrundwassern oder Flüssen entnommenen, zu Wirtschaftszwecken oder zum Trinken bestimmten Wasser häufig Salzbestandteile vorfinden, die bei stärkerem Gehalte den Geschmack beeinträchtigen oder gar auf die Gesundheit nachteilig wirken, so dafs dann das Wasser als Brauchwasser nicht benutzt werden kann. Dieser Salzgehalt kann natürlichen Quellen entstammen oder durch Abgänge aus dem Werksbetriebe zugeführt sein.

Die Frage, wie grofs der Salzgehalt einer Lösung sein mufs, um einen Salzgeschmack zu erzeugen, wird je nach der Empfindlichkeit der Geschmacksorgane verschieden beantwortet werden. Es werden deshalb in dieser Beziehung sehr verschiedene Angaben gemacht[1]).

Chlornatrium wird nach *Vallentin* salzig geschmeckt, wenn 1,5 *ccm* einer Lösung mit 4,5 *g* Kochsalz im Liter oder 12 *ccm* einer Lösung mit 2,5 *g* im Liter genossen werden.

Nach *Bailey* und *Nichols* schmecken im Durchschnitt Männer 1 *Tl.* Kochsalz in 2240 *Tln.* Wasser, Frauen 1 *Tl.* Salz in 1980 *Tln.* Wasser. Nach *Cammen* werden 900 *mg* Kochsalz im Liter Wasser von Jedermann erkannt, 450 *mg* von mindestens 80 *Pzt.* aller Kostenden. Leute mit sehr empfindlichen Geschmacksnerven finden noch 150 *mg* im Liter heraus. Nach *Rubner* wird man die Grenze, wo Kochsalz im Wasser bemerkbar wird, auf etwa 370 *mg* im Liter zu bemessen haben. Nach ihm ist Niemand in der Lage, alle Speisen und Getränke für den Tag mit gleich bleibendem Kochsalzgehalt zu geniefsen. In einzelnen Speisen verträgt der Mensch 6 bis 7 *Promille* und mehr (zu Eiern 7,7 *Promille*, zu Wirsinggemüse 5,6 *Promille*, zu gelben Rüben 7 *Promille* Kochsalz), aufserdem müssen vollkommen indifferente Getränke zur Verfügung stehen. Die ungesalzene Milchkost behagt vielen Personen sehr gut.

Im Tränkwasser gelten 3 *g* Kochsalz im Liter als unbedenklich.

Chlormagnesium macht Wasser bitter und unangenehm schmeckend. Nach *Rubner* machen schon 2 *g* krystallisirtes Chlormagnesium im Liter (= 926 *mg* $MgCl_2$) das Wasser ungeniefsbar. 100 *mg* (= 46,3 $MgCl_2$) geben noch einen deutlichen Nachgeschmack. Die Grenze für die Wahrnehmbarkeit ist nach ihm 60 *mg* im Liter = 20 *mg* $MgCl_2$. Nach *Kraut* ist ein Gehalt von 1 *g* (= 465 *mg* $MgCl_2$) oder 2 *g* Bittersalz (= 976 *mg* $MgSO_4$) in 1 Liter Wasser (Hannoversches Wasserleitungswasser) für den Geschmack auf der Grenze der Wahrnehmbarkeit.

---

[1]) *F. Fischer*, Göttingen, Chem. Technologie des Wassers. Ferner: Gutachten in Sachen der Stadt Magdeburg gegen die Mansfeldsche Kupferschiefer bauende Gewerkschaft und Genossen. Ferner ders., *P. J.* 1877, 223, 517, 589 u. f.

Digitized by Google

Nach *Künnemann* [1]) wirkt Chlormagnesium bei den grofsen Haustieren nur bei der Aufnahme gröfserer Mengen gesundheitsschädlich. Bis zu 20 *g* für den Tag sind für junge Schweine unschädlich, bis 60 *g* für Schafe; 800 *g* sind für Pferde schädlich. Überschreitet der Gehalt an Chlormagnesium eine gewisse Grenze (für das Pferd 5 *g* $MgCl_2$ im Liter Wasser), so wird die Aufnahme des Trinkwassers verweigert.

Chlorcalcium soll sich nach *Pappenheim* bei einem Gehalte von 500 *mg* im Liter Wasser durch den Geschmack erkennen lassen. Nach *Rubner* und *Fischer* waren 2000 *mg* im Liter ($CaCl_2 . 6H_2O$) = 1004 $CaCl_2$ salinisch schmeckend, ohne abstofsend zu wirken. Bei 1000 *mg* im Liter = 502 $CaCl_2$ ist beim Trinken kein auffallender Geschmack, aber nach dem Trinken noch ein geringer Nachgeschmack zu bemerken gewesen, der besser hervortrat, wenn man nach der Chlorcalciumlösung einen Schluck Trinkwasser nahm.

Nach *Dr. H. Landolt* [2]) ist Chlormagnesium von gewissen Verdünnungen an dem Organismus nicht schädlich. Magnesiumsalze werden in den Bitterwassern in der Absicht genossen, eine abführende Wirkung zu erzielen. Dazu ist schon ein beträchtlicher Teil von Magnesiumsalzen erforderlich. Es enthält 1 Liter von den Bitterwassern in

	Friedrichshall	Püllna
an Chlormagnesium	6,86 *g*	3,47 *g*
„ schwefels. Magnesium . . .	5,26 „	16,15 „
zusammen . .	12,12 *g*	19,62 *g*

Flüssigkeiten, die im Liter weniger als 1,5 bis 1,6 *g* Chlormagnesium enthalten, lassen einen bitteren Geschmack nicht mehr wahrnehmen.

Es enthält 1 Liter Mineralwasser von

	Pyrmont (Trinkquelle)	Homburg (Stahlbrunnen)	Kissingen (Rakoczy)
Chlormagnesium	0,19 *g*	1,21 *g*	1,01 *g*
schwefels. Magnesium . .	0,47 „	—	—

ohne dafs der Gehalt durch den Geschmack oder durch abführende Wirkung erkennbar ist.

Chlorcalcium verursacht beim Genufs Verdauungsbeschwerden, Verstopfung und, wenn es in gröfserer Menge genommen wird, Erbrechen. Die Grenze, wann derartige Wirkungen eintreten, ist nicht genau bekannt. In 1 Liter enthalten die Trinkquellen zu

	Wiesbaden	Kissingen (Rakoczy)	Homburg (Stahlbrunnen)
Chlorcalcium . . .	0,69	0,71	1,73 bis 2,60

Dieser Gehalt ist in den bezeichneten Quellen ohne nachteilige Wirkung.

---

[1]) *Journ. f. Landwirtsch.* 1897, S. 265.

[2]) *Dr. H. Landolt* (Berlin): Bemerkungen über die relative Schädlichkeit des Chlormagnesiums und Chlorcalciums.

Digitized by Google

Die schwefelsauren Salze des Magnesiums und Calciums sind weniger leicht durch den Geschmack wahrnehmbar als die Chloride. Bei Gyps ist nach *de Chaumont* die Geschmacksgrenze 300 bis 430 *mg* im Liter, nach *Pappenheim* 500 *mg*. Nach *Rubner* hat man jedoch nur das Gefühl eines Adstringens nach dem Schlucken stark gypshaltiger Wasser. Schwefelsaures Magnesium verursacht nach *Pappenheim* bei 2000 *mg* Bittersalz im Liter = 976 $MgSO_4$ einen leicht bitteren, etwas salinisch, jedoch nicht kochsalzartigen Geschmack, 1000 *mg* = 488 $MgSO_4$ liefsen keine Empfindung wahrnehmen. Eine Zugabe von schwefelsaurem Magnesium zum Kochsalz mildert dessen salzigen Geschmack. Eine Lösung von 231 *mg* krystallisirtem Chlormagnesium oder 281 *mg* krystallisirtem schwefelsaurem Magnesium in 1 Liter destillirtem Wasser schmeckt nach *Pfeiffer* unverkennbar bitter und adstringirend. Durch 750 *mg* Chlornatrium wird dieser Geschmack nicht verdeckt, auch nicht durch eingeleitete Kohlensäure. Nach ihm giebt 1 *g* Chlorcalcium im Liter nur einen schwachen laugenhaften Geschmack.

Fischer (a. a. O.) kommt nach seinen Versuchen zu folgenden Ergebnissen über die Geschmackswirkungen:

Salzmengen	Gelöst in 1 *Liter* destillirtem Wasser	Wasserleitungswasser in Göttingen
Kochsalz, 400 *mg*	schwach salzig	nichts
„ 500 „	deutlich salzig	zweifelhaft
„ 900 „	rein salzig	schwach salzig
Chlormagnesium, 90 *mg* .	schwach salzig, mit bitterem Nachgeschmack	nichts
„ 180 „ .	deutlich salzig, desgl.	zweifelhaft
„ 280 „ .	salzig-bitter	sehr schwach
„ 470 „ .	stark bitter-salzig	salzig-bitter
Schwefelsaures Magnesium, 500 *mg*	sehr schwach salzig, kühlend	zweifelhaft.

Das natürliche Selterswasser enthält 2,33 *g* Kochsalz im Liter, ohne dafs sich der Salzgeschmack deutlich wahrnehmbar macht.

Die Härte eines Wassers wird nach den darin enthaltenen Kalksalzen und den meist dabei vorkommenden Magnesiumsalzen in Graden bestimmt. 10 *mg* Kalk oder 7,14 *mg* Magnesia im Liter entsprechen einem Härtegrade. Wasser kann mit mehr als 30 Härtegraden noch zu Haus- und Wirtschaftszwecken für brauchbar angesehen werden.

Gutes Trinkwasser soll nach *Fischer* im Liter nicht mehr als 35,5 *mg* Chlor, 80 bis 100 *mg* Schwefelsäure, 40 *mg* Magnesia enthalten und nicht mehr als 16 bis 18 Härtegrade haben.

Verhalten der Nebensalze beim Verdampfen der Soolen.

Chlorkalium und schwefelsaures Kalium. 100 *Tle.* Wasser lösen:

Digitized by Google

	Chlornatrium	Chlorkalium			
	nach *Poggiale*	nach *Mulder*	nach *Gay-Lussac*	in *Prozenten* der Lösung	
bei 0° *C.*	35,52	32,0	29,20	=	22,60
„ 10 „	35,77	33,4	31,94	=	24,21
„ 15 „	35,89	34,7	33,30	=	24,98
„ 20 „	36,01	37,4	34,67	=	25,74
„ 30 „	36,28	40,1	37,41	=	27,22
„ 40 „	36,64	42,8	40,14	=	28,64
„ 50 „	36,98	45,5	42,88	=	30,01
„ 60 „	37,25	48,3	45,62	=	31,33
„ 70 „	37,88	51,0	48,35	=	32,59
„ 80 „	38,22	53,8	51,09	=	33,81
„ 90 „	38,87	56,6	53,82	=	34,99
Unterschied von 0—90 „	+ 3,35	+ 24,6	+ 24,62	=	+ 12,39

100 *Tle.* Wasser lösen

schwefels. Kalium nach *Andreä*		nach *Gay-Lussac*	
bei 0° *C.*	7,354 *Tle.*	bei 63,9° *C.*	19,29 *Tle.*
„ 4 „	8,096 „	„ 101,5 „ . . .	26,33 „
„ 10 „	9,406 „		
„ 20 „	11,114 „		
„ 30 „	12,968 „		
„ 40 „	14,763 „		
„ 50 „	16,495 „		
„ 60 „	18,169 „		
„ 70 „	19,752 „		

Ist Kochsalz nur mit Chlorkalium oder noch mit schwefelsaurem Kalium in Lösung, so haben gesättigte Lösungen dieser Salze folgende Zusammensetzung:

	Salzgehalt		Spf. Gew. der gesättigten Lösung
	in 100 *Tln.* gesättigter Lösung	auf 100 *Tle.* Wasser	
Chlornatrium	21,21	30,65	1,23374
Chlorkalium	9,62	13,92	
zusammen . .	30,83	44,57	
Chlornatrium	21,88	32,15	1,25042
Chlorkalium	6,88	10,11	
Schwefels. Kalium . .	3,19	4,69	
	31,95	46,95	

während eine gesättigte Lösung von Chlorkalium für sich bei 10 bis 12° 25,31 *Pct.* des Salzes und eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Kalium bei 15° 9,92 *Pct.* Salz enthält.

Die Gegenwart von Chlorkalium und schwefelsaurem Kalium vermindert also die Löslichkeit des Kochsalzes, und zwar die des Chlorkaliums mehr, als die des schwefelsauren Salzes und auch die Löslich-

Digitized by Google

keit dieser beiden Salze wird durch die Gegenwart von Chlornatrium vermindert. Kommt schwefelsaures Kalium zu der gesättigten Lösung von Chlornatrium und Chlorkalium, so wird nur letzteres, nicht ersteres ausgeschieden. Fügt man Kochsalz zu einer gesättigten Chlorkaliumlösung, so löst es sich unter Abscheidung von Chlorkalium, bis sich der Gehalt beider Salze in der Lösung bis zu dem bestimmten Mengenverhältnis ausgeglichen hat. Wird dagegen ein Gemenge von Chlorkalium und schwefelsaurem Kalium für sich in Wasser gelöst, so lösen 100 *Tle.* bei 15,8°

27,9 *Tle.* Chlorkalium

und

2,3 „ schwefelsaures Kalium.

In gesättigter Lösung von schwefelsaurem Natrium oder schwefelsaurem Magnesium löst sich Chlorkalium und geht unter Bildung von Chlornatrium oder Chlormagnesium in schwefelsaures Kalium über.

Bei höherer Temperatur steigt die Löslichkeit des Chlorkaliums weit mehr, als die des Chlornatriums, so dafs beim Siedepunkte, nämlich bei 108,3° (nach *Legrand*), 59,4 *Tle.* Salz in 100 *Tln.* Wasser oder 37,27 *Pzt.* Chlorkalium in gesättigter Lösung enthalten sein können.

Der Gehalt an schwefelsaurem Kalium steigt in der gesättigten Lösung dieses Salzes bei dem Siedepunkte von 102,3° auf 25,23 *Pzt.*

In den natürlichen Soolen sind beide Salze nur in geringen Mengen vorhanden.

Die höhere Löslichkeit des Chlorkaliums gegenüber dem Kochsalz in der Siedehitze giebt Anlafs, dafs beim Abdampfen der Soolen Chlorkalium meist in der Mutterlauge zurückbleibt und sich nur wenig mit dem Kochsalz ausscheidet. Es wird jedoch um so mehr dem Kochsalz in geringen Mengen beigemengt sein, je geringer die Temperatur ist, bei der das Kochsalz auskrystallisirt, wird also stärker im Seesalz und dem bei niedriger Temperatur ersottenen Grobsalz, als in dem bei hoher Verdampfungstemperatur gewonnenen Feinsalz vorhanden sein.

Beim schwefelsauren Kalium ist zwar die Löslichkeit bei gewöhnlicher Temperatur gering, sie steigt aber mit wachsender Temperatur schneller als beim Kochsalz, wird aber durch die Gegenwart anderer Salze geändert und auch gemindert.

Beim Verdampfen der Soolen fällt es zum Teil gleich anfangs mit anderen Salzen im Schlamme nieder, mischt sich zum Teil später dem Kochsalze bei dessen Abscheidung bei und bleibt zum Teil in der Mutterlauge zurück. Mit schwefelsaurem Natrium und besonders mit schwefelsaurem Magnesium geht es Doppelsalzverbindungen ein, die leichter löslich sind, als schwefelsaures Kalium für sich.

Schwefelsaures Natrium ist bei gewöhnlicher Temperatur weniger löslich als Kochsalz, bei Siedetemperatur jedoch mehr, bei 103,17° lösen sich 29,99 *Pzt.* Die grösste Löslichkeit liegt jedoch bei 33° mit etwa 33,62 *Pzt.*

Digitized by Google

100 *Tle.* Wasser lösen nach *Gay-Lussac* schwefelsaures Natrium (Na_2SO_4)

bei	0° *C.*	5,02 *Tle.*	
„	11,67 „	10,12 „	
„	13,30 „	11,74 „	
„	17,91 „	16,73 „	
„	25,05 „	28,11 „	
„	28,76 „	37,35 „	
„	30,75 „	43,05 „	
„	31,84 „	47,37 „	
„	32,73 „	50,65 „	
bei	33,88° *C.*	50,04 *Tle.*	
„	40,15 „	48,78 „	
„	45,04 „	47,81 „	
„	50,40 „	46,82 „	
„	59,79 „	45,42 „	
„	70,61 „	44,35 „	
„	84,42 „	42,96 „	
„	103,17 „	42,65 „	

Die gesättigte Lösung siedet bei 105° *C.* In Lösungen von schwefelsaurem Kalium und Magnesium ist das Salz löslicher als in Wasser, besonders löslich ist es in einer gesättigten Lösung von Chlorkalium, wobei sich schwefelsaures Kalium abscheidet, und auch löslich in einer Chlornatriumlösung, jedoch ohne Salzabscheidung. Mit schwefelsaurem Calcium bildet es ein schwer lösliches Doppelsalz, das sich beim Versieden der Soolen abscheidet. Bei Anwesenheit von Chlorkalium oder Chlormagnesium und Chlorcalcium in den Soolen ist schwefelsaures Natrium nicht vorhanden, da schwefelsaures Natrium diese Chloride in schwefelsaure Salze umwandelt unter Bildung von Chlornatrium. Jedoch bildet sich schwefelsaures Natrium in Soolen, die dieses von Natur nicht enthalten, wenn die Soole dem Frost ausgesetzt ist und neben Chlornatrium schwefelsaures Magnesium enthält (s. S. 77). Man erhält dann unter Verlust von Chlornatrium eine Soole, die mit Chlormagnesium angereichert ist und schwefelsaures Natrium führt, beides Salze, die sich beim Versieden der Soole nicht mehr völlig umsetzen und für das gewonnene Salz nachteilig sind.

Beim Versieden der Soole wird ein Teil des schwefelsauren Natriums mit dem zunächst ausfallenden Schlamme entfernt, ein Teil scheidet sich mit dem Kochsalz aus und bleibt an ihm haften, ein anderer Teil bindet sich mit dem schwefelsauren Calcium und bildet einen festen Belag (Pfannenstein), der Rest bleibt in der Mutterlauge.

Schwefelsaures Natrium oder Glaubersalz kommt wasserfrei, oder mit 7 *Tln.* und mit 10 *Tln.* Krystallwasser vor. Wird wasserhaltiges Glaubersalz bis auf 34° *C.* erwärmt, so geht es in wasserfreies schwefelsaures Natrium über. Dies hat seine geringste Löslichkeit bei 103,5° *C.*, die größte bei 18° *C.* Kühlt sich die Lösung unter diesen Temperaturgrad ab, so geht es in wasserhaltiges Salz mit 7 *Tln.* Wasser über, das beim Erwärmen bis auf 26° *C.* wieder wasserfrei wird. Das 10 *Tle.* haltende Glaubersalz löst sich beim Schmelzen und darauf folgendem Erkalten in seinem Krystallwasser auf. Wird es geglüht und kommt es dann mit Salzsäuredämpfen in Berührung, so bildet sich Chlornatrium und Schwefelsäure.

Schwefelsaures Natrium, Na_2SO_4, ohne Wasser, bildet den

Digitized by Google

Thenardit und kann nur in trockener Luft bestehen. Bei Wasseraufnahme bildet sich Glaubersalz, $Na_2SO_4 \begin{cases} 7\,H_2O \\ \text{oder} \\ 10\,H_2O \end{cases}$, das nur in feuchter Luft Bestand hat.

Chlormagnesium kommt durchweg in den natürlichen Soolen vor. Es ist sehr leicht löslich in Wasser und um so mehr, je höher die Temperatur ist. 100 *Tle.* kaltes Wasser lösen etwa 167 *Tle.*, 100 *Tle.* heifses Wasser 366 *Tle.* Chlormagnesium, oder 1 *Tl.* Chlormagnesium löst sich in 0,6 *Tln.* kaltem und 0,273 *Tln.* heifsem Wasser. Chlornatrium ist in gesättigter Lösung von Chlormagnesium nicht löslich und wird bei der Anreicherung an Chlormagnesium mehr und mehr und schliefslich völlig ausgeschieden.

Beim Versieden der Soolen bleibt es in der Mutterlauge zurück. Etwas bleibt aber in der Soole mechanisch immer an dem ausgeschiedenen Kochsalz hängen und geht in das letztere über. Durch Waschen des Salzes mit heifser konzentrirter Kochsalzlösung kann es zumeist aus dem Salz entfernt werden.

Werden 5,89 Gewichtsteile einer bei 15° *R.* gesättigten Auflösung von Chlormagnesium mit 5,69 Gewichtsteilen Wasser gemischt, so löst diese Mischung nur 1,578 Gewichtsteile Kochsalz auf, während 5.69 Gewichtsteile Wasser 2,1 Gewichtsteile Kochsalz lösen würden. In diesem Verhältnisse wird die Löslichkeit des Kochsalzes durch Chlormagnesium vermindert.

Chlormagnesium ist an 6 *Mol.* Wasser gebunden nach der Formel $MgCl_2 . 6\,H_2O$. Wird es entwässert, so entsteht zunächst die polymerisirte Verbindung des Oxychlorids $MgCl_2 . 3\,MgO$, indem Chlorwasserstoffsäure entweicht.

Die Soolen enthalten immerhin nur geringe Mengen von Chlormagnesium, so dafs man die Versiedung unter beständiger neuer Speisung mit Soole wochenlang fortsetzen kann, ohne fürchten zu müssen, dafs eine Sättigung der zurückbleibenden Mutterlauge mit Chlormagnesium eintrete. Eher wird man wegen Beimengung organischer oder Eisenbestandteile, die die Mutterlauge braun und damit das ausgeschiedene Salz gelb färben, den Siedeprozefs unterbrechen müssen, als wegen zu starker Anreicherung an Chlormagnesium.

Da jedoch schon geringe Mengen Chlormagnesium im Kochsalz nachteilig sind, nämlich dem Salz einen bitteren Geschmack geben und es durch Anziehen von Wasser feucht machen, so ist man darauf bedacht, das Chlormagnesium möglichst fern zu halten.

Ein Ausscheiden des Chlormagnesiums durch Ätzkalk führt indessen zu keinem günstigen Erfolge. Denn das sich bildende Chlorcalcium hat dieselben üblen Eigenschaften wie das Chlormagnesium, und die ausgeschiedene Magnesia müfste erst durch Abklären und Abziehen der Soole entfernt werden. Man mufs dann erst wieder

Digitized by Google

Mittel zur Zerstörung des Chlorcalciums anwenden. Der Ätzkalk ist deshalb nach *Berthier* nur bei Gegenwart von schwefelsaurem Natrium anzuwenden (s. S. 86). Wird zu viel Kalk zugesetzt, so bildet sich auf der Oberfläche eine spinngewebeartige Haut, die die Salzkrystallisation erschwert. Bei längerem Stehen an der Luft scheidet sich der Kalk ab.

Organische Substanzen werden mit der Magnesia niedergeschlagen.

Besser ist es, zur Verminderung des Chlormagnesiumgehaltes kohlensaures Natrium anzuwenden. Es bildet sich dann Chlornatrium und kohlensaures Magnesium, das sich, da es unlöslich ist, niederschlägt. Für das Siedeverfahren ist jedoch das kohlensaure Natrium zu teuer.

Während ein gröfserer Gehalt an Chlormagnesium für die Bildung gröfserer Kochsalzkrystalle bei niedrigen Temperaturen von 40 bis 60° *C.* günstig ist, wirkt er bei höherer Temperatur auf die Bildung einer Salzhaut, die die Oberfläche der Soole mit einer schützenden Decke überzieht und dadurch die Verdampfung des Wassers in unerwünschter Weise erschwert und die Salzausscheidung verzögert. Man hat dann dafür zu sorgen, dafs die Salzhaut durch beständige Bewegung der Flüssigkeit am Entstehen gehindert wird. Durch schwefelsaures Natrium kann diese ungünstige Wirkung beseitigt werden, da sich dann die Salze zum Teil zu Chlornatrium und schwefelsaurem Magnesium umsetzen, das keine Neigung zur Bildung einer Salzhaut zeigt. Durch Zusatz von Glaubersalz kann also mitunter die Bildung der Salzhaut verhindert und die Versiedung beschleunigt werden. Auch glaubersalzhaltige Mutterlauge oder Soole kann zugesetzt und dadurch die Verdampfung befördert werden.

Chlorcalcium ist ebenso wie Chlormagnesium nur in den Soolen zu finden, die keine schwefelsauren Alkalien enthalten.

Auch bei Gegenwart von schwefelsaurem Magnesium kann Chlorcalcium nicht bestehen, es bildet sich schwefelsaures Calcium und Chlormagnesium. Es vermindert ähnlich wie Chlormagnesium die Löslichkeit des Kochsalzes.

Chlorcalcium kommt indessen seltener und in geringerer Menge als Chlormagnesium als Bestandteil von Soolen vor. Sein Verhalten ist ähnlich dem des Chlormagnesiums. Es ist sehr leicht löslich und sammelt sich immer mehr und mehr in der Mutterlauge an. Als Bestandteil anhaftender Soole wird es auch in das Kochsalz geführt, das dadurch sehr hygroskopisch wird. Stoffe, die das Chlorcalcium in schwefelsaures Calcium überführen, ermöglichen, dafs es gleicherweise wie der Gyps aus der Soole entfernt werden kann. Dazu ist das Glaubersalz, schwefelsaures Natrium, geeignet, wodurch Chlornatrium und Gyps entstehen. Hat man Chlormagnesium durch Zusatz von Ätzkalk zerstört, so wird man das dann entstandene Chlorcalcium noch durch Glaubersalz zerstören müssen. Man erhält dann reichlichen Schlamm von Gyps und Magnesia, der vor der Salzausscheidung abgezogen werden mufs.

Digitized by Google

Chlorcalcium hat wie Chlormagnesium die Eigenschaft, beim Verdampfen der Soole die Bildung einer Salzhaut zu befördern, die die Wasserverdampfung hindert. *Hahn*[1]) beobachtete deren Bildung, sobald die Lauge eine Konzentration von 1,218 bis 1,233 *spf. Gew.* erhalten hatte. Die Zusammensetzng solch einer Salzhaut (*a*) aus einer Lauge (*b*) von 1,2356 *spf. Gew.* war, ohne den Kochsalzgehalt zu berücksichtigen, folgende:

	a	*b*
Chlormagnesium	2,667	2,861
Chlorcalcium	5,990	6,261
Schwefelsaures Calcium	0,051	0,013
Wasser	40,659	40,659

Nach *Hahn* kann die Bildung der Salzhaut auch durch Zusatz von etwas Fett oder von gleichen Teilen in Wasser gelöster Seife und Fett verhindert werden, was dem Salze nichts schadet.

Schwefelsaures Magnesium findet sich neben Chlormagnesium in den natürlichen Soolen in beträchtlicher Menge. Es ist zwar weniger löslich als Chlormagnesium, aber löslicher als Kochsalz.

100 *Tle.* Wasser lösen nach *Mulder* schwefelsaures Magnesium ($MgSO_4$)	In 100 *Tln.* Lösung sind enthalten	
	schwefels. Magnesium ($MgSO_4$)	krystallis. Bittersalz ($MgSO_4 . 7 H_2O$)
bei 0° *C.*	26,9	20,51	42,05
„ 10 „	31,5	23,37	47,91
„ 20 „	36,2	26,09	53,48
„ 30 „	40,9	28,62	58,67
„ 40 „	45,6	30,99	63,52
„ 50 „	50,3	33,20	68,06
„ 60 „	55,0	35,28	72,31
„ 70 „	59,6	37,19	76,23
„ 80 „	64,2	39,03	80,01
„ 90 „	68,9	40,76	83,55
„ 100 „	73,8	42,40	86,91

Eine Umsetzung des schwefelsauren Magnesiums mit Kochsalz, besonders in stark konzentrirten Soolen, zu Glaubersalz und Chlormagnesium tritt bei Frost ein, auf diese Weise gewinnt man Glaubersalz. Die Umsetzung kann aber auch bei höherer Temperatur vorkommen, z. B. bei der Gradirung der konzentrirten Soolen bei hoher Sommerhitze. Es scheidet sich dann schwerer lösliches Glaubersalz ohne Krystallwasser aus. Indessen ist diese Umwandlung untergeordneter Art und der Hauptteil des schwefelsauren Magnesiums bleibt immer in der Soole, wird zu einem Teil in das Kochsalz übergehen und zum gröfsten Teil in den Mutterlaugen bleiben.

[1]) *B. u. H.-Ztg.* 1867, S. 221.

Digitized by Google

Auch zur Beseitigung des schwefelsauren Magnesiums aus der Soole läfst sich Ätzkalk verwenden. Es bildet sich dann eine entsprechende Menge Gyps. Dann wird man zugleich auch Chlormagnesium durch Kalk in Chlorcalcium überführen und die Magnesia völlig niederschlagen. Es würde also noch eine der Chlorcalciummenge entsprechende Menge Glaubersalz zuzusetzen sein, um das Chlorcalcium zu zerstören. Beim Erwärmen der Soole über 34° *C.* wird sich ein Teil des schwefelsauren Magnesiums mit Chlornatrium umsetzen und wasserfreies Glaubersalz bilden, das mit schwefelsaurem Calcium ein unlösliches Doppelsalz, schwefelsaures Calcium-Natrium, bildet und bei der Kochsalzausscheidung zum Teil in das Salz übergeht, zum Teil aber in den Gypsansätzen des Verdampfungsgefäfses festbrennt. Diese Umwandlung bedeutet also immer einen kleinen Kochsalzverlust. Immer bleibt aber noch ein grofser Teil schwefelsaures Magnesium in der Soole und in der Mutterlauge zurück.

Schwefelsaures Magnesium bildet mit 1 *Mol.* Wasser den schwer löslichen Kieserit, der jedoch stark hygroskopisch ist und, wenn er mit Wasser befeuchtet wird, noch 2 *Mol.* Wasser aufnimmt. Es bildet dann eine dem Gyps ähnliche, weifse, undurchsichtige Masse. Durch weitere Aufnahme von Wasser bildet sich das leicht lösliche Bittersalz mit 7 *Mol.* Wasser.

Schwefelsaures Calcium (Gyps) ist in den natürlichen Soolen durchweg enthalten. Es gehört zu den unbequemen Begleitern des Kochsalzes, da es mit dazu beiträgt, dafs das Salz beim Trocknen zu festen Klumpen zusammenbackt, und weil es in den Verdampfungsgefäfsen harte Ansätze bildet, so dafs viele für andere Verdampfungen geeignete Einrichtungen für die Kochsalzgewinnung unanwendbar sind.

Gyps ist in Wasser nur sehr wenig löslich und in warmem Wasser weniger als in kaltem. Bei der Anreicherung der Soolen durch Wasserverdunstung oder durch Verdampfung bei höherer Temperatur scheidet sich ein Teil des Gypses aus.

Durch die Gegenwart anderer Salze wird die Löslichkeit des Gypses befördert, wie folgende Tabelle von *Karsten* zeigt, wobei eine Sättigungstemperatur von 18,75° *C.* zu Grunde gelegt ist:

	Tle. Wasser
1 *Tl.* Gyps erfordert zur Lösung	398
dagegen:	
429 *Tle.* gesättigte Kochsalzlösung mit	314,25
559,5 „ „ Glaubersalzlösung mit	354
635 „ „ schwefelsaure Magnesiumlösung mit .	282
324 „ „ Chlormagnesiumlösung mit	213,5

Chlormagnesium befördert also am meisten die Löslichkeit des Gypses, danach schwefelsaures Magnesium, dann Chlornatrium, am wenigsten schwefelsaures Natrium. Bei der Anreicherung der Soolen, besonders an den drei erstgenannten Salzen, nimmt also die Löslichkeit des Gypses zu.

Digitized by Google

Bei zunehmender Konzentrirung der Soole wird der Gyps deshalb löslicher, so dafs sich bei gleicher Wasserverdampfung zunächst mehr und dann bis zur Konzentration immer weniger Gyps abscheidet.

Eine gesättigte Lösung von Chlorkalium nimmt keinen Gyps auf, so dafs bei der Anwesenheit dieses Salzes in der Soole die Löslichkeit des Gypses sehr abnimmt. Auch Chlorcalcium vermindert die Löslichkeit des Gypses. Eine gesättigte Chlorcalciumlösung nimmt keinen Gyps auf. Eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Kalium nimmt sehr wenig Gyps auf.

Eine Anreicherung an diesen Salzen wird also ein stärkeres Ausscheiden des Gypses aus der Soole zur Folge haben.

Die von der Versiedung von Quellsoolen herrührenden Mutterlaugen, die viel Mutterlaugensalze enthalten, sind in der Regel frei von schwefelsaurem Calcium.

Bei der Salzgewinnung aus Soolen, die aus natürlichen Soolquellen stammen oder durch Auflösen von Steinsalz gewonnen werden, hat man es meist mit gesättigten Gypslösungen zu thun.

Der Gyps enthält 2 *Mol.* Wasser, also nach der chemischen Formel $CaSO_4 . 2H_2O$. Wird er bis auf 120° erhitzt, so verliert er 1 *Mol.* Wasser (*plâtre de Paris*) und bindet dann, wenn er mit Wasser zu einem Brei angerührt wird, dieses allmählich unter Erhärtung.

Bei einer weiteren Erwärmung verliert der Gyps zwischen 130 und 136° beide Wassermoleküle und bindet dann sehr stark ab, indem er unter Wärmeentwickelung Wasser aufnimmt. Bei mehr als 136° wird der Gyps totgebrannt und verliert die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen. Er verhält sich dann wie Anhydrit, der nur in sehr geringem Mafse langsam Wasser aufnimmt.

Wird Gyps in einer Chlornatriumlösung bis 180° erhitzt, so wird er in Anhydrit übergeführt. Die Niederschläge von schwefelsaurem Calcium auf den geheizten Böden der Salzpfannen werden deshalb in Anhydrit umgewandelt.

Organische Bestandteile.

Die meisten natürlichen Soolen haben einen bituminösen Geruch. Der Gehalt an Bitumen tritt bei der Versiedung der Soolen stärker hervor, teils durch den Geruch, teils durch Schaum, der sich auf der Oberfläche der Soole zeigt. Diesen Schaum kann man leicht von der Soole abstreichen und entfernen. Bei Soolen mit starkem Gehalte an organischen Bestandteilen, also insbesondere bei den nicht durch Gradiren gesättigten Soolen, wo sich Bitumen verflüchtigen oder ausscheiden könnte, bildet sich beim Versieden auf der Oberfläche wohl auch eine firnisartige Haut, die die Verdampfung erschwert. Dem läfst sich durch starkes Aufwallen der Soole bei heftigem Sieden in der Regel begegnen. Mitunter nützt auch dieses nichts und man hat dann durch Zusätze (Blut, Albumin,

Digitized by Google

Eiweifs, Bier, Alaun, auch Butter, Pech) bei beginnender Gare den Übelstand zu beseitigen gesucht.

Auf die Beschaffenheit des gewonnenen Salzes hat dieser Bitumengehalt keinen nachteiligen Einfluſs.

Dagegen finden sich in Quellsoolen zuweilen widerstandsfähigere organische Extraktivstoffe, die der Soole und besonders der Mutterlauge eine dunkle, tief braune Färbung geben und auch das Salz so färben, daſs es seine ansehnliche helle weiſse Farbe verliert. Oft lassen die frischen Soolen noch keine Färbung erkennen, und erst beim Versieden stellt sie sich ein. Auch aus der frischen Bedornung der Gradirwerke nimmt die Soole derartige Extraktivstoffe auf, die die Soole färben und dann auch das Salz unansehnlich machen.

Die färbenden Stoffe verhalten sich zum Teil wie schwache Säuren und gehen mit Kalk und Magnesia Verbindungen ein, oder sie werden auch mechanisch mit niedergeschlagen. Man hat deshalb zur Beseitigung als Mittel Ätzkalk angewendet. Es bildet sich dann Chlorcalcium und Magnesia und diese bindet sich mit den organischen Stoffen oder zieht sie bei der Klärung mechanisch mit zu Boden. Diese Reinigung muss vorgenommen werden, bevor sich Kochsalz aus der Soole abscheidet.

Von anderen Bestandteilen, die seltener oder nur in sehr geringen Mengen in den natürlichen Soolen vorkommen, sind zu erwähnen:

Schwefelwasserstoffgas. Es ist beim Versieden nicht weiter störend, da es aus der Soole teils schon an der Luft, sonst aber beim Versieden völlig entweicht.

Kohlensaure Erden und zwar kohlensaures Calcium und Magnesium sind öfters, wenn auch nur in geringen Mengen, durch Kohlensäure in den Soolen gelöst. Beim Entweichen der Kohlensäure, was zum Teil schon bei häufiger Berührung mit der Luft (z. B. bei der Gradirung) geschieht, jedenfalls aber durch das Versieden bewirkt wird, schlagen sie sich als unlösliche Verbindungen nieder. Sie schlagen sich dann schon nieder, bevor sich Salz ausscheidet, und können abgezogen werden.

Sind etwa kohlensaures Magnesium und kohlensaures Natrium in Soolen vorhanden, so werden sie bei der Anreicherung der Soole in der Siedehitze mit Gyps zu kohlensaurem Calcium, schwefelsaurem Natrium und Chlormagnesium umgesetzt.

Kohlensaures Eisenoxydul, ebenso kohlensaures Manganoxydul, letzteres nur selten, sind mitunter Bestandteile der Soolen. Sie werden an der Luft zersetzt und können in ähnlicher Weise, wie die kohlensauren Erden, vor der Salzabscheidung aus der Soole entfernt werden. Man hat beim Versieden dafür zu sorgen, daſs sich der durch den Eisengehalt infolge der höheren Oxydirung des Eisens gelb gefärbte Schlamm, der sich vor der Salzausscheidung niederschlägt, nicht mit dem Salze vermischen kann, da dieses sonst eine unansehn-

Digitized by Google

liche gelbe Farbe erhält. Das Eisen kann aus der Mutterlauge durch Chlorkalk abgeschieden und die Lauge auf Kochsalz und andere Salze versotten werden.

Kieselsäure, die in geringen Mengen in Soolen nachgewiesen wird, schlägt sich mit den kohlensauren Erden nieder.

Chloraluminium findet sich in Spuren in einzelnen Quellsoolen, ist sehr leicht löslich und bleibt beim Versieden in den Mutterlaugen.

Jod- und Bromsalze sind gewöhnliche Bestandteile der natürlichen Soolen, wenn auch nur in sehr geringer Menge. Man wird sie bald als Jodkalium und Bromnatrium, bald als mit Magnesium gebunden bestimmen. Sie sind sehr leicht löslich, bleiben deshalb der Hauptmenge nach in der Mutterlauge und können als wertvolle Salze aus dieser gewonnen werden. Eine geringe Beimengung im Kochsalz aus anhaftender Soole ist diesem nicht nachteilig.

Eine Zersetzung der schwefelsauren, kohlensauren und Chlorsalze in den Soolen bewirkt dreifach basisch-phosphorsaures Natrium (Na_3PO_4). Es bildet sich schwefelsaures Natrium und Chlornatrium aus den schwefelsauren Salzen und Chloriden, während Erden und Eisen als unlösliche phosphorsaure Salze niedergeschlagen werden. Diese Niederschläge sind sehr leicht und flockig und besitzen wie gallertartige Stoffe oder geronnenes Eiweifs die Eigenschaft, andere Verunreinigungen der Soole mit niederzuschlagen.

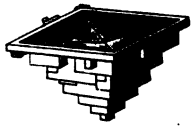
Eigenschaften des aus wässeriger Lösung gewonnenen Kochsalzes.

Aus wässeriger Lösung bei langsamem Verdunsten des Wassers und bei geringerer oder stärkerer Verdampfung der Soolen schlägt sich Kochsalz immer krystallinisch nieder. Es bilden sich dabei seltener vollkommene Würfel als Würfelgruppen und Krystallverwachsungen, die die Würfelflächen zeigen. Je niedriger die Temperatur ist, um so gröfser und vollkommener fallen die Krystalle aus; aus heftig siedender Soole fällt nur feines krystallinisches Salzmehl. In langsam verdampfender Soole schwimmen die zunächst gebildeten Krystalle bei ruhiger Oberfläche eine Zeit lang auf der Soole, neue Krystalle setzen sich an den Rändern der ersten an, wodurch diese belastet und tiefer zum Eintauchen in die Soole gebracht werden. Immer neue Krystallansätze entstehen an den Rändern der vorhergehenden, denn die Verdunstung vollzieht sich an der Oberfläche der Soole, wo die Soole am kühlsten ist, und das Salz wird hier zunächst seines Lösungsmittels beraubt und scheidet sich an der Oberfläche der Soole zuerst aus. Aber auch die in die Soole eintauchenden Teile des Krystallgebildes wachsen noch und ziehen es nach unten. Durch die neuen Ansätze am oberen Rande entsteht nun ein treppenartiges und trichterförmiges Gebilde,

Digitized by Google

das lange Zeit schwimmend erhalten wird, infolge dessen mehr und mehr wachsen kann, bis die eigene Schwere oder die Bewegung an der Oberfläche, wodurch der Trichterrand stärker mit Soole benetzt wird oder die Soole in den Trichterraum gelangt, das Krystallgebilde zum Sinken bringt (s. Figur 2).

Fig. 2.



Besser ausgebildete feste Krystalle bilden sich an den Wandungen der Abdampfgefäfse unter dem Soolspiegel, besonders wenn heifse gesättigte Soole sich abkühlt und infolge dessen weniger Salz gelöst halten kann. Diese Wirkung wird noch verstärkt, wenn andere Salze in der Soole mit gelöst sind, die bei der Abkühlung der Soole die Löslichkeit des Kochsalzes vermindern (s. S. 77).

Je nach der Gröfse der Krystallgebilde unterscheidet man grobkörniges, mittelgrobes und feinkörniges Salz, wobei man noch weitere Unterstufen zur Bezeichnung der verschiedenen Körnungen bilden kann. Aufserdem unterscheidet man Salz von scharfem und von mildem Korn. Mit ersterem bezeichnet man die festeren Gebilde, die deutlicher die Würfelform erkennen lassen, mit letzterem die mehr unregelmäfsig und locker zusammengefügten Gebilde. Grobes und mittelgrobes Salz ist immer scharfkörnig, die Unterscheidung hat deshalb hauptsächlich nur für feines Salz Bedeutung. Das milde Salz hat weniger kubische als tafelartige und spiefsige Krystallformen in seinen Gebilden, die bei schneller Verdampfung in hoher Temperatur entstehen. Es läfst sich deshalb mit der Hand stärker zusammendrücken und ballen. Das scharfe feinkörnige Salz fällt nach dem Zusammendrücken leichter auseinander.

Das bei langsamer Verdunstung oder bei Abkühlung gesättigter Soolen am Boden und an den Wandungen in scharfen gröfseren Krystallen bis zu 1 *cm* Kante und darüber sich bildende Salz wird als grofskörnig bezeichnet.

Bei der Bildung der trichterförmigen Krystallgebilde kommt es darauf an, dafs der erste sich bildende Krystall, der die Spitze bildet, genügend stark und schwer ausfällt. Das ist in reiner Kochsalzlösung nicht möglich, vielmehr müssen dann in der Soole noch andere Salze vorhanden sein, die das spezifische Gewicht der Soole erhöhen, also besonders Chlormagnesium oder auch Chlorcalcium. Derartige Salze sind im Meerwasser vorhanden, aber weniger in künstlichen, aus Steinsalz bereiteten Soolen, dagegen sind sie in den natürlichen Soolen enthalten.

Grobkörniges Salz wird man deshalb am besten aus Meerwasser und natürlichen Soolen gewinnen, weniger gut jedoch aus Steinsalzsoolen, wenn nicht Mutterlauge mit derartigen Salzen zugesetzt wird.

Digitized by Google

Übrigens wird die Anwesenheit von schwefelsauren Salzen (Glaubersalz und Bittersalz) einen ähnlichen Erfolg nur bei niedriger Verdampfungstemperatur ermöglichen. Bei höherer Verdampfungstemperatur scheiden sich die Salze zum Teil mit dem Kochsalze aus und veranlassen, daſs die Kochsalzkrystalle mit zu Boden sinken.

Bleibt der erste Krystall klein und hat die Soole Neigung zur Bildung einer Salzhaut, so werden sich immer nur kleine Krystalle an einander schlieſsen und tafelförmige Gebilde, leicht zerbrechliche Schalen bilden, was bei der Grobsalzbereitung unerwünscht ist. Besonders bei steigender Temperatur nehmen tafelförmige und spieſsige Gebilde zu, wozu wohl auch die durch die höhere Wärme verursachten Strömungen in der Soole mit beitragen, die die ruhige Krystallausbildung stören.

Das aus wässeriger Lösung ausgeschiedene Kochsalz enthält immer geringe Mengen Soole eingeschlossen, mehr bei gröſseren Krystallen, weniger bei feinkrystallinischer Form. Grobsalz enthält deshalb, auch wenn es äuſserlich lufttrocken ist, noch eine beträchtliche Menge Wasser, bis 3 *Pct.*, feinkörniges $1^1/_2$ bis $2^1/_4$ *Pct.*, je nach der mehr oder weniger bedeutenden Feinheit. Zerreibt man das grobe Salz, so läſst es sich weit mehr von der Feuchtigkeit befreien.

Das bei ruhiger Verdunstung der Soole an der Luft gewonnene Seesalz, das besonders grobkörnig ausfällt, auch das Salz aus den Seen haben höheren Wassergehalt, als das bei der Verdampfung von Soolen bei höherer Temperatur gewonnene Salz.

Alle in den Soolen zur Zeit der Salzausscheidung in Lösung vorhandenen Stoffe gelangen mit der anhaftenden Soole in das Salz. Diese Nebenbestandteile werden jedoch nicht nur in der Menge vorhanden sein, die der vorhin bezeichnete Wassergehalt, der auf Sooleinschlüsse zurückzuführen ist, angiebt, sondern weit mehr, nämlich auch die Menge, die der äuſserlich anhaftenden Soole vor dem Trocknen des Salzes entspricht. Frei läuft die Soole von dem ausgeschlagenen Salze nur bis zu einem Gehalte von etwa 10 *Pct.* ab, etwas mehr bei grobem Salze, weniger bei feinem und feinstem Salze. Die Art der Aufschichtung des Salzes kann mit zu dem mehr oder weniger groſsen Soolgehalte beitragen (s. den Abschnitt über Pfannenmäntel im zweiten Teile). Bedenkt man, daſs gesättigte siedende Soole auf 29,4 *Pct.* zur Abscheidung kommenden Kochsalzes 70,6 *Pct.* Soole mit fast dem ganzen Gehalte an Mutterlaugensalzen enthält und daſs dem Salze 10 *Pct.*, also 2,94 *Pct.* der Soole anhaftet, so ergiebt sich, daſs etwa $\frac{2{,}94}{70{,}6}$ oder wenigstens $^1/_{24}$ der in der siedenden Soole enthaltenen Nebenbestandteile auf diese Weise in das Kochsalz übergehen.

Hat sich die Soole beim Versieden bis auf eine geringe Menge vermindert und sind die Mutterlaugensalze von mehreren Pfannenfüllungen in diesem Reste angesammelt, so enthalten die letzten Salzausschläge

Digitized by Google

mit 10 *Pzt.* Feuchtigkeit aus der stark mit Nebensalzen angereicherten Mutterlauge eine beträchtliche Menge dieser Salze; sind 20 *Pzt.* Nebensalze in der Mutterlauge enthalten, so gelangt davon in die Salzausschläge so viel, dafs diese etwa $2^1/_2$ *Pzt.* Nebensalze enthalten werden. Weit günstiger ist das Verhältnis, wenn die Soole bis nahe zur Trocknis des Salzes abgeschleudert ist (etwa bis 4 *Pzt.*; s. den Abschnitt über Centrifugentrocknung im zweiten Teile), oder wenn das Salz mit reiner Kochsalzlösung ausgewaschen wird. In ersterem Falle blieben nur $^1/_{10}$ der Nebenbestandteile zurück.

Von diesen Nebenbestandteilen können die Chlor-, Jod- und Bromverbindungen des Kaliums sowie des Natriums als unschädliche, zum Teil auch für den Genufs des Salzes als vorteilhafte Bestandteile angesehen werden. Die übrigen Salze haben dagegen meist einen recht üblen Einfluſs auf das Kochsalz.

Der Gehalt an diesen Salzen erhöht sich jedoch noch dadurch, dafs sie zum Teil beim Ausscheiden des Salzes schon mit ausgeschieden werden und aufser als Bestandteile anhaftender Soole auch als bereits abgeschiedene Salze sich mechanisch dem Kochsalz beimischen.

Gyps, Chlormagnesium und schwefelsaures Natrium, besonders die beiden ersteren, sind die regelmäfsigen Bestandteile des Siedesalzes, die ihre unangenehmen Eigenschaften geltend machen.

Gyps, der in feiner Schlammform in der Soole ausfällt, lagert sich zwischen die Salzkrystalle und bildet bei feinkörnigem Salze ein festes Bindemittel, das um so mehr wirkt, je feiner das Salz ist. Diese Bindeeigenschaft mag noch dadurch erhöht werden, dafs der Gyps bei höherer Temperatur in wasserfreies schwefelsaures Calcium (Anhydrit) übergeht, womit zugleich eine Strukturänderung verbunden ist. Das Salz backt dann beim Trocknen so fest zusammen, dafs die Klumpen oft nur mit grofser Gewalt zerschlagen werden können und Knorpel oder Knollen im Salze zurückbleiben, die sich frisch nach dem Trocknen mit der Hand nicht zerdrücken lassen. Erst bei längerem Lagern an der Luft, wobei gewöhnlich mäfsig Feuchtigkeit aufgenommen wird, werden sie leichter zerdrückbar. Da die Trocknung von aufsen nach innen fortschreitet und aufsen am stärksten, dort auch die Hitze am stärksten ist, so schliefsen sich infolge der feinen Verteilung von Gyps aufsen rings die Poren der Salzbrocken und die innere Feuchtigkeit kann nicht mehr genügend aus dem Salzbrocken ausgetrieben werden. Die Salzknollen haben deshalb meist einen feuchten Kern, das Salz wird weniger trocken und erst bei längerem Lagern verteilt sich die innere Feuchtigkeit gleichmäfsig über die Masse und macht die Brocken mürber. Übrigens ist der Gehalt an Gyps nicht so bedeutend, dafs er dem Salze als Genufsmittel Eintrag thäte. Bei mittelgrobem und grobem Salze, auch bei feinkörnigem, scharfem Salze macht sich der Gypsgehalt nicht in jener nachteiligen Weise geltend.

Digitized by Google

Gypshaltiges Salz ist zum Einpökeln von Fleisch weniger geeignet. Es veranlafst, dafs das Fleisch beim Kochen schwer gar wird.

Der Gehalt an Chlormagnesium wirkt dadurch nachteilig auf das Salz, dafs es ihm einen bitteren Beigeschmack verleiht und verhindert, dafs das Salz an der Luft trocken bleibt. Chlormagnesium enthält 6 *Tle.* Krystallwasser. Beim Glühen wird es wasserfrei und zerlegt sich. Es bildet sich Magnesia und Chlorwasserstoffsäure, $MgCl_2 + H_2O = MgO + 2HCl$, Magnesia zieht kein Wasser an.

Bei gewöhnlicher Trocknung unter mäfsiger Erwärmung verliert es den gröfsten Teil seines Krystallwassers, zieht aber nach dem Erkalten begierig wieder Wasser an.

Bei der Bereitung des geformten Salzes (Salzstöckel), das bei sehr hoher Temperatur (bis 300°) getrocknet wird, quillt es aus den Salzstöckeln heraus, überzieht deren Oberfläche, indem es sich zersetzt, mit unhygroskopischer Magnesia und schützt dadurch die Salzstöckel, während im Inneren das ausgeschiedene Chlormagnesium die Salzkrystalle fest zusammenfrittet.

Dagegen macht schon $^1/_5$ *Pzt.* Chlormagnesium im lockeren Salze (Blanksalze) dieses für den Handel wenig geeignet.

Da Chlormagnesium vorzugsweise durch mechanisch anhaftende Mutterlauge, auch durch Sooleinschlüsse in den Salzkrystallen in das Salz übergeht, so kann man es zum gröfsten Teile mechanisch dadurch entfernen, dafs man das Salz vor dem Trocknen gut abtropfen läfst, und, wenn es aus der angereicherten Lauge angekrückt ist, mit gesättigter heifser Kochsalzlösung übergiefst, die das Chlormagnesium aufnimmt und Kochsalz abscheidet.

Bleiben beim Abtropfen der Soole vom Salze noch 10 bis 12 *Pzt.* heifs gesättigte Soole im Salze zurück und werden 25 *Pzt.* Salz aus der Soole gewonnen, so enthalten jene 10 *Pzt.* etwa $^1/_{30}$ des bei Beginn der Versiedung in gesättigter Soole vorhandenen Chlormagnesiums. Gegen Ende der Versiedung wird die Mutterlauge bis zu 12 *Pzt.* Chlormagnesium enthalten, und es bleiben davon $^1/_{10} \times {}^1/_4$, also $^{12}/_{40} = 0{,}3$ *Pzt.* Chlormagnesium haften. Zu Beginn der Versiedung enthält die Soole an Chlormagnesium vielleicht nur 0,5 *Pzt.*, es können dann nur 0,0166 *Pzt.* in das Salz übergehen.

Man ersieht hieraus, wie notwendig und zweckmäfsig es ist, das gewonnene Salz vor dem Trocknen mit frischer Soole, auch wenn dies nicht reine Kochsalzlösung ist, auszuwaschen oder die Soole mechanisch zu entfernen (z. B. durch Schleuderapparate).

Es kann übrigens auch, während das Salz noch an den Pfannenborden der Verdampfungspfannen liegt, ein Teil ausgeschiedenes Chlormagnesium im Salze enthalten sein. Da beständig Wasser verdunstet, so scheidet sich an der Oberfläche des Salzes Chlormagnesium aus. Durch die Poren des Salzhaufens kann aber immer wieder neue Soole nachdringen und verdunsten und auf diese Weise bei längerem Liegen

Digitized by Google

am Rande der Pfanne das Salz mit Nebenbestandteilen, darunter auch Chlormagnesium, anreichern, so dafs mehr als die in anhaftender Soole enthaltenen Mengen von Nebensalzen im Kochsalz enthalten sein werden. Dann thut Auswaschen um so mehr gute Dienste.

Glaubersalz. Ist nach dem Trocknen des Salzes wasserfreies Glaubersalz in gröfserer Menge im Kochsalze enthalten, so ist es unter Umständen ein ebenso unangenehmer Begleiter des Kochsalzes wie Chlormagnesium [1]), da es bei genügendem Feuchtigkeitsgehalte der Luft begierig Wasser anzieht und das Salz feucht macht. Das wasserfreie Salz hat seine geringste Löslichkeit bei 103,5° *C.*, die gröfste Löslichkeit bei 18° *C.* Unter dieser Temperatur kann es für sich nicht bestehen, sondern es verbindet sich mit 7 *Tln.* Wasser, wird dann bei einer Erwärmung bis zu 26° *C.* wieder wasserfrei. Mit 10 *Tln.* Wasser verbundenes Glaubersalz löst sich, wenn es geschmolzen und bis zum Sieden erhitzt worden war, im geschlossenen Gefäfse beim Erkalten in dem Krystallisationswasser nach und nach auf und bleibt eine flüssige Lösung.

Diese Eigenschaften sind ungünstig für den Trocknungsprozefs. Das Krystallisationswasser verdampft und das Glaubersalz backt das Kochsalz zu Klumpen zusammen und beeinträchtigt sein Aussehen, hat also in dieser Beziehung die üblen Eigenschaften des Gypses. Bei der Abkühlung zieht es Feuchtigkeit aus der Luft an, so dafs das Salz nafs wird, und teilt in dieser Beziehung die unangenehmen Eigenschaften des Chlormagnesiums. In den Magazinen bilden sich dann sogar Salzlaken.

Beim Dörren des Formsalzes quillt es aus den Salzstöckeln hervor, Stalaktiten bildend. Bei Gegenwart von Chlormagnesium, das sich in der Hitze mit Wasserdampf zersetzt und Salzsäuredämpfe entwickelt, setzt sich Glaubersalz zu Chlornatrium um, und Schwefelsäuredämpfe entweichen. $MgCl_2 + H_2O + Na_2SO_4 = 2NaCl + MgO + H_2SO_4$.

In Schönebeck hat man einen nachteiligen Einfluſs des Glaubersalzes auf das Kochsalz beobachtet, als man zeitweise statt Steinsalz den an schwefelsaurem Natrium reichen Pfannenstein zum Anreichern der Soole verwendete. Das ersottene Salz wurde beim Trocknen glanzlos, büfste an Schärfe der Krystalle ein und zerfiel häufig an der Luft zu einem matten Pulver. Das Kochsalz enthielt nach der Analyse viel Glaubersalz, während der Gehalt an Chlormagnesium unverändert geblieben, der Gehalt an Gyps geringer geworden war. Man hat deshalb das Anreichern durch Pfannenstein wieder aufgegeben.

Nach diesen Eigenschaften des Glaubersalzes ist es erforderlich, darauf bedacht zu sein, dass in die Soole keine gröfsere Menge davon eingeführt wird.

Auch von dem sich in der Soole bildenden Doppelsalze von schwefelsaurem Calcium und schwefelsaurem Natrium wird etwas in das Salz

[1]) *C. v. Balzberg, Pr. Z.* 1896, **44**, 280.

Digitized by Google

gelangen und dann ähnlich wie Gyps und Glaubersalz die lästige zusammenbackende Wirkung ausüben.

Welche Wirkung das Auswaschen des Salzes mit Soole ausübt, zeigen die darüber in Schönebeck ausgeführten Versuche. Es enthielten[1]):

	Gewöhnliches Salz	Schleudersalz		Mit reinster Steinsalzsoole nachgewaschenes Salz
Schwefelsaures Calcium . .	0,959	0,680	0,882	0,682
Chlormagnesium	0,482	0,325	0,235	0,0962
An Alkali gebundene Schwefelsäure	0,576	0,477	0,352	0,308

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dafs man durch Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung das reinste Salz erhält, dafs sich der Chlormagnesiumgehalt auf $^1/_5$, der Gehalt an schwefelsauren Alkalien fast auf die Hälfte, der Gypsgehalt auf $^7/_{10}$ verminderte. Aus der Zusammenstellung erkennt man auch, dafs sich die schwefelsauren Alkalien ebenso wie Gyps zu einem grofsen Teile bereits in dem ausgeschlagenen Salze in festem Zustande vorfinden, was sich in erster Linie durch die Bildung des unlöslichen Doppelsalzes von Kalk-Natronsulfat erklärt. (Analysen des durch Versiedung gewonnenen Kochsalzes siehe im zweiten Teile.)

Man hat es im Siedeprozefs bei natürlichen Soolen meist mit gesättigten Gypslösungen zu thun, ähnlich ist es bei der Gewinnung aus dem Meerwasser oder aus Seen. Dies zeigt die Zusammensetzung des aus diesen Salzwassern gewonnenen Kochsalzes, in dem das schwefelsaure Calcium neben Magnesiumsalzen eine bedeutende Rolle spielt (siehe die Analysen im zweiten Teile).

Soolen aus natürlichen Soolquellen liefern gewöhnlich ein an Chlormagnesium reicheres Salz, besonders wenn die Soolen im Winter gradirt und nicht frostfrei aufbewahrt werden, so dafs sich durch Umsetzung bei Frost Chlormagnesium in der Soole bildet. Steinsalzsoolen haben in der Regel mehr Gyps und liefern mehr gypshaltiges Salz.

Auch für die Erzielung feineren oder gröberen Kornes ist die Beschaffenheit der Soole von Einfluss. Steinsalzsoolen sind für die Erzeugung grobkörnigen Salzes weniger geeignet. Die mit Mutterlaugensalzen angereicherten gradirten Soolen sind spezifisch schwerer, und die Nebensalze begünstigen die Ausscheidung gröfserer Krystalle. In spezifisch schwererer Soole werden die Krystalle besser getragen, als in spezifisch leichterer Soole. Bei angereicherter Mutterlauge in den letzten Siedewerken vor dem Ausschöpfen der Lauge fällt Grobsalz besser und gröfser aus, als in den ersten Werken, wozu noch kommt,

[1]) *Fischer*, Das Siedehaus Huyssen in *Pr. Z.* 1891, **39**, 31.

Digitized by Google

dafs in frisch von Pfannensteinansätzen befreiten Siedepfannen die Wärmezufuhr von unten stets lebhafter ist, also Strömungen in der Pfanne entstehen, die der Krystallisation nicht die erforderliche Ruhe lassen, während nach der Aufbrennung von Gyps und Salz auf dem Pfannenboden die Wärmezufuhr langsamer und gleichmäfsiger vor sich geht.

Um Salz von Mutterlaugensalzen zu befreien, ist, wie oben hervorgehoben wurde, mitunter eine Waschung mit Soole zweckmäfsig. Da jedoch gypshaltige Soole bei der Aufnahme von Mutterlauge und bei der Anreicherung an Salzen einen Teil des Gypses ausscheidet, so kann das auf diese Weise gewaschene Salz mitunter reicher an Gyps werden, was nicht erwünscht ist.

Das beste Verfahren ist dann, die Mutterlauge mechanisch zu trennen, durch Abschleudern in Centrifugen.

Bei starkem Dörren des Salzes in zusammengepreſsten Formstücken (Stöckel, Füderl in Österreich) bilden sich an den äufseren Flächen Auswüchse von den vorhandenen Nebensalzen. Man putzt die Auswüchse ab, erhält also durch scharfes Dörren ein reineres Salz.

Kubische Krystalle, wie sie sich bei kühlerer Soole und ruhigem Verdunsten bilden, halten weniger Lauge zurück, als trichterförmige Krystalle, am meisten hält feinkörniges Salz Lauge zurück. Grobkörniges Salz läfst sich deshalb schon durch Abtropfen der Soole und längeres Liegen in trockenen Lagerräumen bei gewöhnlicher Temperatur genügend trocken für den Versand herstellen. Feinkörniges Salz bedarf jedoch längeren Trocknens unter Anwendung von Hitze. Indessen läfst sich aus feinkörnigem Salz das Wasser vollständiger entfernen, als aus grobkörnigem Salze, da die gröfseren Krystalle mehr Soole mechanisch eingeschlossen halten, die sich nur beim Zerspringen der Krystalle entfernen läfst. Unter Anwendung von Trockenvorrichtungen getrocknetes Feinsalz enthält etwa 2 *Pct.* Wasser, in derselben Weise getrocknetes Grobsalz nicht unter 3 *Pct.*

Gutes Kochsalz hat eine reine, weifse Farbe, rein salzigen Geschmack, bleibt an der Luft trocken und löst sich in Wasser ohne Rückstand. Das spezifische Gewicht des Siedesalzes von mittelgrobem Korn ist 2,05, nach *Hahn* das von grobem Sonnensalz 2,039, von trichterförmigen Krystallen 1,9169 bis 2,0353, von grobem Dampfsalz 1,9988 bis 2,07, von feinem Sonnensalz 1,994, von feinem Dampfsalz 2,0213, von feinem Kesselsalz 2,0704, von der Salzhaut, die sich beim Versieden der Soole mitunter an der Oberfläche bildet, 2,1084.

Nicht für alle Zwecke ist das reinste Salz das gesuchteste. Seesalz mit etwa 4 *Pct.* an Nebensalzen wird zum Salzen der Fische und Pökeln des Fleisches den reineren Sorten vorgezogen.

Enthielt das Salz Gyps und Chlormagnesium und wurde sehr scharf getrocknet, so trübt sich das Wasser beim Auflösen, weil der Gyps seines Krystallwassers beraubt und unlöslich geworden ist und von

Digitized by Google

Chlormagnesium unlösliche Magnesia zurückbleibt. Von den Chlorsalzen zersetzt sich Chlormagnesium am leichtesten bei gröfserer Hitze.

Verfälscht mit anderen Stoffen kann das Kochsalz im Handel vorkommen, wenn es mit chlorkaliumhaltigen Rückständen vom Salpetersieden, mit Kochsalz aus Varecsoda, Glaubersalz, Gyps, Sandsteinpulver und anderen Stoffen vermischt wird. Auch Mischungen von billigerem gemahlenem Steinsalze mit Siedesalz werden mitunter als Speisesalz in den Handel gebracht.

Das Salz der letzten Siedewerke ist gegen das der ersten Werke etwas wasserreicher und unreiner, bei demselben Werke ist der zweite Ausschlag wasserreicher als der erste, und zwar um so mehr, je gröber das Salz ist.

Das Salz wird gewöhnlich nach dem Gewichte verkauft, was zweckmäfsiger ist, als der Kauf nach Mafs, wenn man auch beim Kaufe nach Gewicht durch einen höheren Feuchtigkeitsgehalt des Salzes benachteiligt sein kann. Indessen sind beim Mafse die Mengen sehr verschieden.

Ein Hektoliter lose eingeschüttetes Salz von verschiedener Körnung hat folgendes Gewicht:

feinkörniges mildes Salz	48	bis	53 *kg*
feinkörniges scharfes Salz	56	„	61 „
mittelkörniges Salz	61	„	66 „
grobkörniges Salz	68	„	78 „
Grobsalz in festen Krystallen	100	„	105 „
dagegen wiegt festes Steinsalz	—	„	224 „

Bei längerem Lagern in grofsen Haufen prefst sich das Salz zusammen. Dürrenberger Siedesalz wiegt z. B. frisch von der Trockenpfanne entnommen bei $2^1/_2$ *Pct.* Feuchtigkeitsgehalt 68 bis 69 *kg* das Hektoliter, nach vierwöchigem Lagern 78 bis 79 *kg*. Mäfsig fest eingestampft wiegt ein Hektoliter im ersteren Falle 78 bis 79 *kg*, im letzteren Falle 83 bis 84 *kg*. Gewöhnliches mildes, feinkörniges Salz wiegt dort $67^1/_2$ *kg*, feinkörniges scharfes Salz $68^1/_2$ *kg*, mittelkörniges Salz $71^1/_2$ *kg*. Innerhalb der verschiedenen Werke bei gleicher Salzsorte kommen nur Schwankungen bis zu 3 *kg* vor.

Aus Lösungen, welche phosphorsaure Salze enthalten, krystallisirt das Kochsalz in Oktaëdern aus.

Allgemeine Eigenschaften des Chlornatriums.

Das reine Kochsalz verflüchtigt sich bei höherer Temperatur, sobald mit 776° bei Rotglühhitze Schmelzung eingetreten ist. Schon bei schwacher Rotglühhitze unter Zutritt von atmosphärischer Luft ist das Kochsalz geneigt, sich allmählich in Dampf zu verwandeln. Durch dampfförmige Schwefelsäure oder in Berührung mit Kieselsäure und Thonerde (*Schafhäutl*sches Pulver) wird das Kochsalz in der Hitze

Digitized by Google

unter Entbindung von Chlorgas oder Salzsäuregas (bei Anwesenheit von Wasserdämpfen) zerlegt. Mit schwefelsaurem Blei- und Zinkoxyd schmilzt das Kochsalz schon bei Dunkelrotglut zusammen und giebt Dämpfe von Chlorblei und Chlorzink, während freies Blei- und Zinkoxyd nicht davon angegriffen werden, wohl aber Antimonoxyd und Antimonsäure unter Bildung von dampfförmigem Chlorantimon. Schwefelsaures Kupferoxyd schmilzt damit unter Entlassung von flüchtigem Chlorid zu einer undurchsichtigen Masse; das Kupferchlorid zerlegt sich bei höherer Temperatur in Chlor und weniger flüchtiges Chlorür. Wasserdampf zersetzt das Chlornatrium bei hoher Temperatur nur bei Gegenwart von Kieselsäure. Beim Erhitzen mit Steinkohle in einem bedeckten Tiegel während einer sechsstündigen schwachen Glühhitze zersetzte sich das Kochsalz nach *Mulder* teilweise, indem 42 *Tle.* unzersetztes Salz und 9 *Tle.* Natron zurückblieben, das Übrige sich verflüchtigte.

Umgiebt trockenes Chlornatrium ein irdenes Rohr bei Erhitzung, so füllt sich dies bei Beginn der Glühhitze mit Chlor von lebhafter Färbung, wogegen im Salze selbst nur sehr wenig freies Chlor auftritt. Später glasirt sich die äufsere Rohrwand mit kieselsaurem Natrium, Thonerdesilikat u. a. Der Vorgang ist nicht auf die Eigenschaft der feuerbeständigen Kieselsäure, bei hoher Glühhitze alle anderen Säuren auszutreiben, zurückzuführen; denn auch bei porösen Röhren von Kalk oder Kohle zersetzt sich das Chlornatrium[1]). Dafs ein elektrischer Strom es ebenfalls in Natronhydrat und Salzsäure zerlegt, ist bekannt. Ebenso zerstört die Kohlensäure unter gewissen Verhältnissen das Salz (s. S. 79).

Die chemische Zusammensetzung ist *Na* Natrium und *Cl* Chlor in dem Mischungsverhältnis von 60,61 Chlor und 39,39 Natrium, entsprechend den Atomgewichten von $Na = 22{,}99$ und $Cl = 35{,}37$. Nach den gebräuchlichen Atomgewichten für $Na = 23$ und $Cl = 35{,}5$ ist das Molekulargewicht 58,5. Dem entspricht 60,68 *Cl* auf 39,32 *Na*. Bei gewöhnlicher Temperatur krystallisirt es ohne Krystallwasser; Bromnatrium dagegen krystallisirt erst bei + 30° in Würfelform wasserfrei. Während dies dann schon 4 *Tle.* Wasser aufnimmt, krystallisirt Chlornatrium erst bei — 10° mit 4 *Tln.* Wasser aus seiner Lösung. Es bilden sich dabei tafelförmige Krystalle des klinorhombischen Systems (*Hydrohalit*) von der Zusammensetzung $NaCl \cdot 4H_2O$ (s. S. 78).

Derartige Krystallbildungen kommen in kalt liegenden Soolleitungen oder Soolbehältern im Winter vor, z. B. in Oberbayern. Neuerdings hat man auch ein Verfahren angegeben, um auf diese Weise Kochsalz zu gewinnen (s. zweiten Teil).

An trockener Luft zerfallen die Krystalle schnell, in feuchter Luft zerfliefsen sie.

---

[1]) *de Sonderrat, Compt. rend.* 1893, **116**, 641.

Digitized by Google

Das aus wässeriger Lösung gewonnene Kochsalz ist nicht, wie das reine Steinsalz, durchsichtig, sondern, da es aus vielen kleinen Krystallen zusammengesetzt ist, so bricht sich das Licht an den Flächen und wird zerstreut. Das Salz erscheint dann weifs, und zwar um so heller weifs, je feinkörniger es ist. Während grobkörniges Salz noch durchscheinend ist und Glasglanz zeigt, ist dies bei feinkörnigem Salz nicht mehr zu bemerken. Durch Zerreiben des grobkörnigen, weniger weifs erscheinenden Salzes läfst sich feinkörniges Salz von hellweifser Farbe erzeugen. Es verliert dann aber mehr seinen hellen Glanz und sieht matter aus, als das sogleich in feinen Krystallen aus der Soole gewonnene Salz. Fremde Bestandteile können die Farbe und den Glanz des Salzes beeinträchtigen. In der Regel hat das aus dem Meerwasser gewonnene Salz eine weniger ansehnliche Farbe. Es sieht oft grau aus infolge von Verunreinigung durch Thon und Staub.

Die Wärmecapacität des Salzes oder die spezifische Wärme ist, wenn sie für Wasser = 1 gesetzt wird, 0,21401 (nach *Regnault*). Kochsalz ist sehr wärmedurchlässig (diatherman), von 100 Wärmestrahlen gehen 92,3 durch das Salz hindurch und nur 7,7 werden zerstreut, während Gyps nur 14 Wärmestrahlen hindurchläfst (s. auch S. 25 u. f.).

Die Kalium- und Magnesiumsalze (Abraumsalze).

Vorkommen. Die Kalium- und Magnesiumsalze (gewöhnlich Kali- und Magnesiasalze oder kurz Kalisalze genannt, mit Rücksicht auf den höheren Wert gegenüber Steinsalz auch wohl als Edelsalze bezeichnet), die ihrem Ursprunge gemäfs als Mutterlaugensalze zu bezeichnen sind, treten in engster Verbindung mit dem Steinsalz auf und sind in der Regel einem Steinsalzlager aufgelagert. Das schliefst nicht aus, dafs infolge von Gebirgsstörungen Zwischenlagerungen vorkommen, oder dafs sich jüngere Steinsalzlager im Hangenden der Salze befinden. Die Bezeichnung Abraumsalze rührt aus der ersten Zeit der Aufschlüsse her, wo man deren Wert noch nicht erkannt hatte und eine vorherige Abräumung der Salze für geboten hielt, um zu dem als wertvoller geltenden reinen Steinsalze gelangen zu können. Nachdem die Verwendung und Verwertung der Kaliumsalze eine solche Bedeutung erlangt hat, dafs der Bergbau wesentlich um derentwillen betrieben wird, ist die Bezeichnung Abraumsalze widersinnig geworden und deshalb zu verwerfen.

Wie das Steinsalz fast überall dem Meerwasser sein Entstehen verdankt, alle gröfseren Salzablagerungen jedenfalls aus Verdunstungen wässeriger Lösung des Salzes herrühren, so sind auch die Kalium- und Magnesiumsalze Abscheidungen wässeriger Lösungen, zum Teil auch Umwandlungen abgeschiedener Salze, und als die letzten Ausscheidungen der der Verdunstung unterworfenen und an Mutterlaugensalzen angereicherten Meerwassers anzusehen.

Digitized by Google

Die bei der Verdunstung des Meerwassers nach der Abscheidung des Kochsalzes in Lösung verbleibenden Neben- oder Mutterlaugensalze liefern, wie die Untersuchungen von *v. Baer*, *Herrmann*, *Usiglio*, *Balard* und anderen bewiesen haben, dieselben Verbindungen von schwefelsauren und Chlorsalzen, wie die, die sich über den älteren Steinsalzlagern von Stafsfurt und den sich anschliefsenden Fundorten abgelagert finden. Dieser Zusammenhang in dem Ursprunge und der Bildung der Kaliumsalze als Mutterlaugensalze mit dem darunter lagernden Steinsalze hat dazu geführt, Kaliumsalze überall da aufzusuchen, wo das Auftreten von Steinsalzlagern, gleichviel, welchem Bildungsalter sie angehörten, in besonderer Mächtigkeit bekannt war, oder wo aufgeschlossene Soolquellen auf vorhandene Steinsalzablagerungen schliefsen liefsen.

So ist man seit der ersten Auffindung der Kaliumsalze bei Stafsfurt in der Aufsuchung weiterer Kaliumsalzlagerstätten dem Steinsalz in die jüngeren Formationen, wie das Haselgebirge der Alpen und die miocänen Ablagerungen Galiziens, nachgegangen.

Die Untersuchungen haben ergeben, dafs die Salzablagerungen eine ungeahnt weite Verbreitung haben und nicht nur die Zechsteinbildungen des mittleren Teiles der norddeutschen Tiefebene und des sich südlich anschliefsenden thüringischen Beckens durchziehen und bis an das Gebiet der Nord- und Ostsee reichen, sondern auch in den verschiedensten geognostischen Horizonten vom Zechstein an auftreten, sich im Osten über Rufsland und Galizien ausdehnen und im Südwesten für Deutschland mit dem lothringischen Salzbecken abschliefsen. Indessen hat nur in dem mittleren Teile des norddeutschen Beckens, zwischen Magdeburg und Hannover, und auch in dem thüringischen Becken die Bildung der den älteren Formationen, und zwar dem Zechstein oder vereinzelt auch dem unteren Buntsandstein angehörigen Salzlager solch einen Verlauf genommen, dafs auch die leichter löslichen Mutterlaugensalze zur Ablagerung gekommen und entweder erhalten geblieben oder in nesterartigen Einlagerungen nachzuweisen sind.

Geschichtliches über die Salzaufschlüsse[1]).

Im thüringischen Becken waren bereits an mehreren Orten, z. B. bei Buffleben und Stotternheim, im Oktober 1837 auch bei Artern Steinsalzlager nachgewiesen worden, als bei Stafsfurt im Jahre 1839 eine Bohrung begonnen wurde, mit der man 1843 bei 256 *m* Teufe ein Salzlager antraf. Im Jahre 1851 hatte das Bohrloch eine Tiefe von

---

[1]) *Prietze*, Die neueren Aufschlüsse auf dem Stafsfurter Salzlager. *Pr. Z.* 1874, **21**, 119.

E. Pfeiffer, Handbuch der Kaliindustrie, S. 9. Braunschweig 1887.

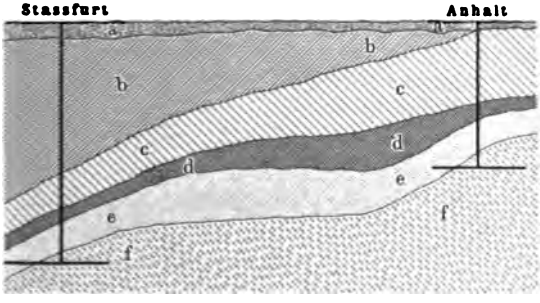
Muspratts Handbuch der Technischen Chemie, 4. Aufl., **4**, 981 u. f. (*Kosmann*). Braunschweig 1892.

Digitized by Google

1851 *Fufs* (581 *m*) erreicht, ohne dafs man auf das Liegende des Lagers gestofsen wäre. Die Zusammensetzung der Bohrlochsoole, die neben 16 *Pzt.* Chlornatrium 13 *Pzt.* Chlormagnesium, bei Einstellung der Bohrung sogar 19,43 *Pzt.* Chlormagnesium, dazu 4,01 *Pzt.* schwefelsaures Magnesium und 2,24 *Pzt.* Chlorkalium neben nur 5,61 *Pzt.* Chlornatrium führte, liefs Zweifel aufkommen, ob man es mit einem brauchbaren Steinsalzlager zu thun habe. Ein Gutachten des Prof. *Marchand* in Leipzig, wonach der Ursprung des Chlormagnesiums nicht im Steinsalzlager selbst, sondern anderswo gesucht werden müsse, auch die Versuche *Karstens*, durch die die veränderten Löslichkeitsverhältnisse von Chlornatrium und Chlorkalium bei Gegenwart von Chlormagnesium nachgewiesen wurden, liefsen die Bedenken schwinden, so dass von der preufsischen Regierung die Eröffnung des Steinsalzbergbaues bei Stafsfurt beschlossen und dazu mit der Abteufung zweier Schächte begonnen wurde.

Nachdem *v. Carnall* einen Plan zur Aufnahme des Bergwerksbetriebes aufgestellt hatte, wurde der erste Schacht (*v. d. Heydt*) am

Fig. 3.



4. Dezember 1851, der zweite (*v. Manteuffel*) am 31. Januar 1852 angehauen und nach Verlauf von fünf Jahren, im November 1856 die erste Abbausohle bei 334 *m* Teufe angesetzt.

Die Erschliefsung eines mehr als 300 *m* mächtigen Steinsalzlagers von ziemlicher Reinheit gab der Herzoglich Anhaltischen Regierung Anlafs, im Jahre 1858 in der Nähe von Stafsfurt auf anhaltischem Gebiet, da, wo jetzt Leopoldshall liegt, ebenfalls zwei Schächte abzuteufen und Steinsalzbergbau zu betreiben. 1862 begann die Förderung. Der Betrieb gedieh auch hier zu grofser Bedeutung. Die Schächte liegen 1167,3 *m* südöstlich von den preufsischen entfernt und mit der Hängebank 4,7 *m* höher als diese, während die Bausohle 115 *m* höher als die der preufsischen Schächte liegt.

Einen Durchschnitt durch das Stafsfurter Lager zeigt Fig. 3.

Das Lager hat auf preufsischer Seite eine Neigung von 33 Grad, in den anhaltischen Schächten von 44 Grad.

Digitized by Google

Man durchteufte

	In den preufsischen Schächten		In den anhaltischen Schächten	
	Mächtigkeit m	ganze Teufe m	Mächtigkeit m	ganze Teufe m
a) Aufgeschüttetes Gebirge und Diluvialkies	8,473	8,473	6,276	6,276
b) Rote Schieferletten mit Bändern von feinkörnigem Sandstein, Rogenstein und festem, grauem Kalkstein	179,748	189,221	—	—
c) Festen Gyps und Anhydrit, oben hell und von strahliger Textur, unten dicht und mit Mergel vermischt	60,249	249,471	116,047	123,009
d) Salzthon, dunkle, bituminöse Mergel mit Anhydrit und Steinsalz	6,589	256,061	17,301	150,624
e) Abraumsalze, zerfliefsliche Magnesium- und Kaliumsalze .	49,580	305,614	43,932	194,566
f) Reines Steinsalz mit Anhydritschnüren bis zur Abbausohle .	28,869	333,510	25,104	219,660

So überraschend auch die Auffindung bedeutender Lager von Salzen und besonders von Chloriden und Sulfaten des Kaliums und Magnesiums war, so achtete man sie doch anfangs nicht besonders und legte auf ihre Verwertung weniger Gewicht, als auf die Gewinnung des Steinsalzes und dessen zweckmäfsige Zubereitung zu einem verbrauchsfähigen Speisesalze. Daher kam es, dafs die Kalium- und Magnesiumsalze, die, um zum Steinsalz gelangen zu können, weggeräumt werden mufsten, die Bezeichnung Abraumsalze erhielten.

Die Anregung zur Verwertung der Kaliumsalze in richtiger Würdigung ihrer Bedeutung ging von dem Kgl. preufs. Oberberghauptmann *Krug v. Nidda* aus.

In den Jahren 1861 und 1862 führten *Dr. Frank* und *Dr. Grüneberg* eine Verarbeitung der Kaliumrohsalze auf Chlorkalium und schwefelsaures Kalium ein, und schon im Jahre 1862 waren vier Fabriken in Betrieb, die gegen 20400 *t* Rohsalze verarbeiteten. Nunmehr war der hohe Wert dieser Salze erkannt und die bedeutenden Ablagerungen bei Stafsfurt riefen alsbald daselbst und in der Umgebung des Ortes eine neue Industrie (Kaliindustrie) hervor, die bald zu einem gewaltigen Umfange anwuchs. Stafsfurt wurde der Mittelpunkt für die gesammte Kalium- und Düngemittelindustrie, und da an keinem

Digitized by Google

anderen Orte der Erde Aufschlüsse dieser Art bisher gemacht worden waren, schien in dieser Beziehung dem Orte ein wertvolles Monopol verliehen zu sein.

Indessen war nun der Anfang zu einem bedeutenden Wettbewerb in fiskalischen und privaten Unternehmungen gemacht. An vielen Orten begann man mit Untersuchungen zur Aufsuchung von Kalium- und Magnesiumsalzen, die man im Hangenden von Steinsalzlagerstätten zu vermuten hatte.

Auf dem altberühmten Steinsalzwerke zu Wieliczka (Galizien) unternahm die k. k. Bergverwaltung im Jahre 1866 Arbeiten zur Aufsuchung von Kaliumsalzen im Hangenden des Salzlagers. Durch Fortführung des *Kloski*-Querschlages trieb man eine Untersuchungsstrecke in das hangende Gebirge, was jedoch hier in den weichen, gebrächen Schichten des Tertiärgesteins im Jahre 1868 zu einem Wasserdurchbruch führte, der den ganzen Bestand des Werkes gefährdete. Erst im Jahre 1871 konnte die Gefahr beseitigt und die zuströmenden Wasser gewältigt werden, da die wilden Wasser gröfstenteils von selbst die Einbruchsstelle verschlämmten. Indessen ereignete sich dort trotz sorgfältiger Verdämmung im Jahre 1880 ein neuer Wasserdurchbruch, der neue Arbeiten zur Wältigung veranlafste.

Glücklicher war man später auf dem weiteren Zuge der galizischen Salzlager bei Kalusz, wo schon seit dem 15. Jahrhundert Salz durch Auslaugen des Gebirges gewonnen wird (s. zweiten Teil).

Nachem in Preufsen das allgemeine Berggesetz vom 24. Juni 1865 eingeführt und 1868 das Salzhandelsmonopol aufgehoben worden war, erhielt der Privatbergbau neue, freie Bewegung und bethätigte sich bei Stafsfurt auf preufsischem Gebiete um so mehr, als die Anhaltische Regierung sich auf ihrem Gebiete ein sehr grofses Feld für den eigenen Bergbau vorbehalten hatte.

Es entstanden zunächst drei Privatbergbaugesellschaften in der Nachbarschaft der preufsischen fiskalischen Berechtsame.

Die Gewerkschaft *Agathe* legte nach mehreren günstigen Bohrungen bei Rothenförde, 4 *km* nordwestlich von Stafsfurt, dicht bei Löderburg neben dem dortigen fiskalischen Braunkohlenbergwerk einen Schacht an. Die Anlage, „Neustafsfurt“ benannt, trat 1876 in Förderung.

Bohrungen, die durch *Douglas* bei Tarthun, Westeregeln und weiter bis Hadmersleben in der nordwestlichen Fortsetzung des Zuges Stafsfurt-Rothenförde ausgeführt worden waren, gaben Anlafs zu den Schachtanlagen von *Douglashall*, die 18 *km* nordwestlich von Stafsfurt liegen. Der erste Schacht kam 1874 in Betrieb. Auf beiden Anlagen traf man zunächst auf ein Steinsalzlager und erst darunter auf Kaliumsalze, so dafs hierdurch zuerst das Vorhandensein eines die Kaliumablagerung überlagernden jüngeren Steinsalzlagers festgestellt wurde. Bei der Anlage Douglashall stiefs man bei 231 *m* Teufe auf das Stein-

Digitized by Google

salz und bei 285 *m* Teufe auf die Kaliumsalze. Die *Douglas*sche Berechtigung erstreckte sich in einer Länge von 15 *km* und gröfster Breite von 8 *m* über eine Fläche von 6067 *ha* und ging im Jahre 1878 in den Besitz der Aktiengesellschaft Alkaliwerke Westeregeln über. Die erste Schachtanlage ist im Jahre 1892 infolge eines Wasserdurchbruchs, indem aus dem den Salzthon überlagernden Deckgebirge süfse Wasser einbrachen, völlig ersoffen, und es mufste zu einer neuen Anlage im unverritzten Felde geschritten werden.

Eine dritte Unternehmung ging von *A. Riebeck* aus, der die Untersuchungen auf den östlichen Abhang des Gebirgssattels erstreckte. In 1400 *m* querschlägiger Entfernung von den preufsischen Schächten wurde das Steinsalz bei 241 *m* Teufe erbohrt. Der dort niedergebrachte Schacht *Ludwig II.* hatte jedoch nur ein Steinsalzlager erschlossen, das man bei 45 *m* noch nicht durchteuft hatte. Auch ein Querschlag im Liegenden hatte bei 63 *m* Länge keine Kaliumsalze erschlossen. Der Schacht wurde deshalb zunächst aufgegeben, jedoch von einem Konsortium später wieder in Betrieb genommen, als die Aufschlüsse bei den anderen Unternehmungen erkennen liefsen, dafs man unter dem Steinsalz die Kaliumsalze noch antreffen könne und man es danach mit einem hangenden Steinsalzlager zu thun habe. Als man bei den nunmehr folgenden Untersuchungen im Jahre 1883 das Carnallitlager bei 410 *m* Teufe erreichte, kam das Werk im Juli 1884 ebenfalls in Förderung. Ein neuer Schacht, nahe dem Ausgehenden des Lagers, der 325 *m* tief wurde, erschlofs im Jahre 1885 auch ein Kainitlager. Das Werk ging nun zu $^3/_4$ der Anteile in den Besitz der vereinigten chemischen Fabriken zu Leopoldshall und zu $^1/_4$ der Anteile in den Besitz der Stafsfurter chemischen Fabrik über. Bis zum Jahre 1883 waren also die beiden Werke des preufsischen und anhaltischen Fiskus und die beiden Privatwerke Douglashall und Neustafsfurt die einzigen Kaliumsalz fördernden Bergbauunternehmungen.

Die schon früher gewonnene Erkenntnis, die in Beschreibungen und Gutachten[1]) Ausdruck gefunden hatte, dafs das Auftreten des Gypses auf darunter liegende Steinsalzlager schliefsen lasse, hatten schon in den fünfziger und sechziger Jahren an zahlreichen anderen Orten, wo Gypskuppen und Gesteine der Triasformation zu Tage traten, Unternehmungen zum Aufsuchen von Steinsalz ins Leben gerufen. So waren im Laufe der sechziger Jahre Steinsalzlager bei Erfurt[2]) und bei Sperenberg, 37 *km* südlich von Berlin, wo man 1194 *m* im Steinsalz bohrte, ohne das Liegende zu erreichen, bei Segeberg in Holstein (in der Nähe von Lübeck), bei Inowrazlaw, Provinz Posen, erbohrt worden. Von diesen sind das Erfurter Salzlager im Jahre 1865 vom preufsischen Staate, das bei Inowrazlaw von einer Aktiengesellschaft

[1]) *Karst. Arch.* II. R. 1842, **16**, 555, 566; *v. Strombeck*, ebend. **22**, 215.
[2]) *Schmidt, Z. d. deutsch. geol. Ges.* 1864, S. 145.

Digitized by Google

(von *Grundmann* in Kattowitz begründet und von *W. Suermondt* fortgeführt) in Abbau genommen worden. Auf letzteren fand man bei Versuchsarbeiten im Jahre 1886 Hartsalz, Kainit jedoch nur in Spuren[1]).

In den siebziger Jahren hatte die Erkenntnis von dem Werte der Kaliumsalze zu zahlreichen neuen Unternehmungen Anregung gegeben.

Die Londoner *Continental Diamond Rock boring Company limited* begann im Jahre 1876 unter der Leitung von *Schmidtmann* in der Nähe von Aschersleben, südwestlich von Stafsfurt, eine Reihe von Bohrungen, die bei Güsten, Aschersleben und Winningen den Südrand der Kaliumsalzmulde trafen. Die Verbesserungen beim Bohrbetriebe hatten es ermöglicht, in weit kürzerer Zeit als früher die Bohrungen durchzuführen und auch aus den zerfliefslichen und leicht löslichen Kaliumsalzen unter Anwendung gesättigter Chlormagnesiumlauge zur Spülung lange Kernstücke zu gewinnen. Die *Mineral-Salts Production and Moorlands Reclamation Company limited*, die der Bohrgesellschaft im Besitze nachfolgte, begann im Jahre 1878 das Abteufen eines Schachtes bei Aschersleben. Dieser kam, da die Arbeit wegen der in den oberen Schichten zusitzenden Wasser sehr erschwert war, erst 1883 in Förderung. Ein Konsortium, dem *Schmidtmann*, die Diskontogesellschaft und die deutsche Bank, beide in Berlin, angehörten, übernahm das Werk, das den Namen *Schmidtmannshall* führte. Ein Wasserdurchbruch im Jahre 1895 brachte diese Anlage zum Ersaufen, so dafs mit einem neuen Schachte in unverritztem Felde, wie seiner Zeit bei Douglashall, der Betrieb von neuem eröffnet werden mufste.

Die erfolgreichen Tiefbohrungen bei Sperenberg und Segeberg veranlafsten die grofsherzogliche Regierung in Mecklenburg-Schwerin, im August 1874 eine Tiefbohrung am Nordrande des Gypsbruches bei Lübtheen, 10 *km* von der Elbe, in Angriff zu nehmen. Ende 1878 hatte man eine Teufe von 477 *m* erreicht und dabei 150 *m* Steinsalz, das von Carnallit überlagert war, durchbohrt, worauf die Bohrung eingestellt wurde. Einige weitere Bohrungen wurden noch in den Jahren 1879 und später auf den Dominialgrundstücken ausgeführt, die sich von Lübtheen bis gegen Dömitz über ein Gebiet von 4,5 *km* Länge und 1,5 *km* Breite verteilten und bei denen man das Steinsalzlager meist in Verbindung mit Kaliumsalzen in Teufen von etwa 260 bis 280 *m* antraf. Bei Probst-Jesar bohrte man über 900 *m* im Steinsalz, ohne mit dem im Ganzen 1207 *m* tiefen Bohrloche das Liegende des Steinsalzlagers zu erreichen. Eine Verbindung dieses Steinsalzlagers mit dem weiter westlich bei Lüneburg vorhandenen Lager konnte als wahrscheinlich angenommen werden. Obgleich die Mecklenburgische Regierung durch den Erlafs vom 16. Mai 1879 die Aufsuchung und Ge-

[1]) *B.- u. H.-Ztg.* 1887, S. 156. *Chem.-Ztg. Rep.* 1889, S. 261.

Digitized by Google

winnung von Steinsalz und anderen Salzen innerhalb der Landesgrenzen dem Staate ausschliefslich vorzubehalten suchte, mufste doch dem Besitzer des Ritterguts Jessenitz bei Lübtheen, *E. Meyer*, der unter dem Nachweis der früher erreichten Fündigkeit dem Anspruch des Staates mit Erfolg entgegentreten konnte, eine Ausnahmestellung eingeräumt werden. Im Jahre 1882 bildete sich hier unter der Firma Kali- und Steinsalzbohrgesellschaft zu Hamburg eine Aktiengesellschaft, in deren Auftrage im Mai 1883 von *Nettekoven* eine Tiefbohrung ausgeführt wurde, mit der bei 252,7 bis 329 *m* Teufe Kaliumsalze und von 329,5 bis 352,7 *m* Steinsalz durchbohrt wurde. Das Abteufen eines Schachtes wurde im folgenden Jahre begonnen, wobei man bis zum Anschlusse an den festen Gyps bei 80 *m* Teufe die Arbeiten durch die wasserführenden Kiesschichten mit dem Gefrierverfahren nach *Pötsch* ausführte.

Auf preufsischem Gebiete wandten sich die Unternehmungen zunächst dem nördlichen Rande des Harzes und seiner Umgebung zu. Unter Beteiligung von *F. Grillo, Timmermann, Hammacher* begann man im Jahre 1883 mit einer Bohrung am Harlyberge bei Vienenburg auf einem der hannöverschen Klosterkammer abgepachteten Gute. Diese wurde von *Olaf Terp* mit Diamantbohrer ausgeführt[1]) und durchsank bei 308 bis 322 *m* Kaliumsalze, dann bis zu 352 *m* Steinsalz, ohne hier schon das Liegende des Lagers zu treffen[2]). Das Bohrloch lag in 71 *km* Entfernung von Stafsfurt. Eine bald darauf in Angriff genommene Schachtanlage trat bereits 1886 in Förderung. Das Kaliumsalzlager wurde schon bei 255 *m* Teufe angefahren. Es zeigte eine Mächtigkeit von 10 *m* und einen von 14 bis 16 und später auf 18 bis 19 *Pct.* steigenden durchschnittlichen Kaliumgehalt. Die Ausbeutung übernahm die Gewerkschaft *Hercynia*. Das Vorkommen läfst denselben geognostischen Horizont wie das Stafsfurter erkennen. Es waren dies die ersten Aufschlüsse im hannoverschen Gebiete, denen später zahlreiche andere gefolgt sind.

Spätere Bohrungen auf der Linie Vienenburg-Stafsfurt, etwa 42 *km* von Stafsfurt am nordöstlichen Abhange des Huywaldes bei Anderbeck, wurden ebenfalls auf Kaliumsalze fündig. Eine Essener Gewerkschaft begann im Jahre 1889 zwischen Anderbeck und Neinstädt mit dem Schachtabteufen und errichtete das inzwischen in ersprieflsliche Förderung gelangte Werk *Wilhelmshall*. Starke Wasserzuflüsse liefsen bei 105 *m* Teufe die Arbeiten zeitweise zum Stillstand kommen. Im Jahre 1891 begann die Förderung, im folgenden Jahre wurde mit dem Bau einer chemischen Fabrik begonnen, seit 1893 steht das Werk in regelmäfsiger Förderung.

---

[1]) *B.- u. H.-Ztg.* 1883, S. 107.
[2]) *Pr. Z.* 1884, 32, 625.

Digitized by Google

Im Braunschweigischen wurden im Jahre 1885 bei Thiede, nördlich von Wolfenbüttel, etwa 24 *km* nördlich von Vienenburg, Kaliumsalze erbohrt und darauf das Werk *Thiederhall* begründet, das im Jahre 1891 in Förderung kam. Weitere Bohrungen am Westrande des Harzes, bei Salzderhelden und bei Peine zwischen Braunschweig und Hannover, führten zur Entdeckung von Salzlagern mit deutlichen Beimengungen von Mutterlaugensalzen.

Die günstigen Aufschlüsse, die Ausbeute der bestehenden Werke und der wachsende Verbrauch bei vermehrter Erkenntnis des Wertes der Kaliumsalzdüngung riefen nun zahlreiche Unternehmungen ins Leben. Ueberall im norddeutschen Tieflande, wo die Gebirgsformation oder auftretende Soolquellen das Vorkommen von Salzlagern vermuten liefsen, begannen die Bohrungen zum Aufsuchen von Kaliumsalzen in eifrigem Wettbewerb. Die durch Syndikatsvertrag an einander geschlossenen älteren Werke suchten dabei in der zu diesem Zwecke begründeten Schutzbohrgesellschaft der drohenden neuen Konkurrenz überall, wo die Berggesetzgebung Erfolg versprechen konnte, durch eifrige Wettbohrungen und die Erreichung früherer Salzfündigkeit den neuen Unternehmungen das Feld streitig zu machen. An zahlreichen Orten gelang dies, an anderen gelang es jedoch neuen Unternehmungen, sich festzusetzen. Günstig hierfür waren die hannöverschen Landesteile der preufsischen Monarchie, wo das Steinsalz und die mit ihm zusammen vorkommenden Salze dem Grundeigentümer gehören, die Berechtigung der Salzgewinnung also den Grundbesitzern abgekauft werden konnte. In der nordwestlichen Fortsetzung des Stafsfurt-Vienenburger Zuges, wo auftretende Soolquellen auf Salzvorkommen deuteten, wie bei Salzgitter, Salzdetfurt bis nach Nordstemmen hin, blieb ein weites Feld zu ungestörter Bohrthätigkeit.

Die Aktiengesellschaft für Bergbau und Tiefbohrung zu Goslar, die sich unter der Leitung des ehemaligen Generaldirektors *H. Schrader* im Jahre 1888 gebildet hatte, führte ihren ersten Bohrversuch im Jahre 1889 bei Weddingen, 5 *km* westlich vom Vienenburger Förderschachte, aus und erreichte bei 443 *m* das hangende Steinsalzlager. Von anderen Unternehmern wurde ein Bohrloch bei Ochfresen, 10 *km* von Vienenburg, bis zu 500 *m* niedergebracht, ein anderes bei Kniestedt, 14 *km* von Vienenburg, das bei 402 *m* Teufe ein Steinsalzlager erreichte und 550 *m* tief wurde, weiter ein Bohrloch bei Salzgitter[1]), mit dem man bei 334 *m* Steinsalz erbohrte. Indessen fand man mit diesen Bohrungen zunächst an keiner der bezeichneten Stellen Kaliumsalze in bauwürdiger Lagerung. Das Bohrloch bei Weddingen mufste wegen Rohrbrüchen eingestellt werden. Dagegen hatte man mit einem Bohrloche bei Westerlinde, in der Nähe von Derneburg, besseren Erfolg, indem Kaliumsalze dort nachzuweisen waren.

[1]) *Pr. Z.* 1890, **38**, Statistik S. 178.

Digitized by Google

Zahlreiche andere Bohrungen sind seitdem bis zu Ende der neunziger Jahre im Hannoverschen noch gefolgt, die zum Teil salzfündig unter Nachweis von Kaliumsalzen geworden sind, zum Teil nicht. Bei mehreren hat man mit den Schachtabteufungsarbeiten begonnen, so bei Sehnde zwischen Hildesheim und Lehrte (*Gustavshall*), bei Klein-Freden (Gewerkschaft *Hohenzollern*) und bei Grofs-Rhüden (Gewerkschaft *Carlsfund*), wo bei einer Bohrung in 513 *m* Teufe ein 19 *m* mächtiges Lager von Hartsalzen, in einer zweiten Bohrung, die etwa 1400 *m* von der ersteren entfernt war, in 540 *m* Teufe ein Carnallitlager angefahren worden war.

Auch bei Salzgitter hat man ein Carnallitlager und darunter Sylvin angefahren [1]).

Der vom preufsischen Staate im Jahre 1895 unternommene Versuch, im Wege der Gesetzgebung die mit dem Steinsalze vorkommenden Kalium- und Magnesiumsalze im ganzen Gebiete der Monarchie, auch in der Provinz Hannover, dem Staate ausschliefslich vorzubehalten, scheiterte am Widerstande der Volksvertretung gegen die Monopolisirung.

Bei Salzdetfurt sind Kaliumsalze in verschiedenen Horizonten angefahren worden, über dem Steinsalz reine Carnallitschichten, mitten im Lager, bei 640 *m* Teufe 11,6 *m* stark Sylvinit mit 55 bis 75 *Prt.* Chlorkalium und etwas Magnesiumgehalt.

Auch in der Umgebung des Stafsfurt-Egelnschen Rogensteinsattels hatte man seit 1881 die Untersuchungen eifrigst fortgesetzt. Durch den kgl. preufs. Fiskus sind in den Jahren 1881 und 1882 bei Könnern und Alsleben an der Saale, im südlichsten Teile der Egelnschen Südmulde sieben Bohrungen bis zu 264 bis 555 *m* ausgeführt worden, wobei man überall Steinsalz im Horizonte des oberen Zechsteins antraf, ohne dafs Kaliumsalze gefunden wurden. 1883 erbohrte man bei Unseburg mit zwei Bohrlöchern das Steinsalz in 81 und 478 *m* Teufe, auf der Domäne Athensleben das obere Steinsalzlager bei 235 *m*, und 1884 bei 270 *m* Steinsalz mit Kaliumsalzen, während man mit einem anderen Bohrloche bei dem Marbenhause in 56 *m* Teufe Steinsalz erbohrte. Ein in der Nähe von Grofs-Oschersleben und drei bei Königsaue, unweit Oschersleben, am Hackel angesetzte Bohrlöcher erreichten im Jahre 1885 das Steinsalz bei Oschersleben in 168 *m* Teufe, am Hackel in 513 *m*, 391 und 395 *m* Teufe, wobei das Vorhandensein von Kaliumsalzen nachgewiesen werden konnte. Ein Bohrloch bei Friedrichsaue am Hackel erreichte das Steinsalzlager bei 902 *m*, ein anderes bei Barneberg bei 908 *m* Teufe.

Mit einem bei dem Steinsalzschachte der Saline zu Schönebeck angesetzten Bohrloche durchfuhr man drei Salzlager, bei 390 *m* Teufe ein 41 *m* mächtiges Steinsalzlager, bei 458 *m* Carnallit von 1 *m*

[1]) *Chem.-Ztg.* 1895, Nr. 7, 1764.

Digitized by Google

Mächtigkeit als Auflagerung eines 18 *m* starken Steinsalzlagers und bei 502 *m* Teufe Steinsalz von 3 *m* Mächtigkeit. Nachdem man noch 38 *m* Anhydrit durchbohrt hatte, traf man auf das Kupferschieferflötz des Zechsteins [1]).

Im Braunschweigischen hatte man bereits im Jahre 1872 den ersten Kaliumsalzfund bei Thiede gemacht, wo man über dem im Gypsbruche daselbst bei 300 *m* Teufe erbohrten Steinsalz eine beträchtliche Ablagerung von Mutterlaugensalzen angetroffen hatte. Berghauptmann v. *Strombeck* wies schon damals darauf hin, dafs wahrscheinlich im Braunschweigischen Lande reiche Kaliumsalzschätze vorhanden seien (*Sitz. d. Vereins f. Naturw.* v. 31. Okt. 1872 u. 2. Juni 1873).

Erst später wurden die Untersuchungen in jener Gegend und weiter nordöstlich an der Aller fortgesetzt. Ein im Jahre 1885 in der Helmstedter Mulde bei Offleben in einem alten Gypsbruche angesetztes Bohrloch erreichte bis zu 400 *m* kein Steinsalzlager. Dagegen hatte eine von Privatunternehmern im Jahre 1890 in der Feldmark Walbeck bei Helmstedt ausgeführte Bohrung Erfolg. Bei etwa 550 *m* Teufe traf man auf ein Steinsalz- und Kaliumsalzlager, das bei 15 *m* noch nicht durchfahren war [2]). Bohrungen zwischen Walbeck und Thiederhall, z. B. durch *Castendyk* und *M. Wolff* bei Grofs-Steinum und bei Beienrode brachten weitere Aufschlüsse. Bei 300 *m* wurde das jüngere Steinsalz angefahren, bei 590 *m* Teufe Kaliumsalze in etwa 25 *m* starker Bank. Der Gehalt an Chlorkalium ergab sich zu 22 *Pct.* Ein neues Werk, *Hedwigsburg*, wurde südöstlich von Wolfenbüttel angelegt. Der braunschweigische Fiskus war bei Jerxheim und Watenstedt und besonders an dem Höhenzuge der Asse bei Remlingen mit Bohrungen erfolgreich und hat sich inzwischen im landesgesetzlichen Wege durch ein Vorbehaltsrecht auf Steinsalz- und Kaliumsalzgewinnung im eigenen Lande vor weiteren konkurrirenden Privatunternehmungen geschützt. Um die Kaliumaufschlüsse vorteilhaft zu verwerten, hat sich der braunschweigische Fiskus mit der aus den früheren Mitgliedern der Schutzbohrgesellschaft (s. S. 111) bestehenden Gewerkschaft Asse, die in der Nachbarschaft an der Asse auf Grund günstiger Funde in den Besitz von zwei Grubenfeldern, Salz-Asse I und II, gelangt war, verbunden und ist mit seinem Remlinger Besitz in die Gewerkschaft eingetreten. In den Bohrlöchern der genannten Gewerkschaft ist das Kaliumlager bei 300 *m* Teufe, in denen des braunschweigischen Fiskus bei 740 und 780 *m* Teufe, jedoch in grölserer Mächtigkeit, angefahren worden.

Im Herzogtum Anhalt hatte sich die Regierung den grölsten Teil der Felder, die Kaliumsalze bergen mochten, für die eigene Ausbeutung vorbehalten. Bohrungen, die seiner Zeit von Privaten bei Alsleben und Beesen-Laublingen ausgeführt worden waren, hatten nur das

[1]) *Pr. Z.* 1882, Bd. 30 u. f. Bergwerksindustrie Preufsens.
[2]) *Gf.* 1890, S. 741. *B.- u. H. Ztg.* 1890, 49, 461.

Digitized by Google

ältere Steinsalzlager, aber keine Kaliumsalze nachgewiesen. Um so überraschender war es, als es *Ernst Solvay*, dem Besitzer der Bernburger Ammoniaksodafabrik, gelang, mit verschiedenen zwischen Bernburg und den Ortschaften Ober- und Unterpeifsen ausgeführten Bohrungen Kaliumsalze aufzufinden. Bei 592 *m* stiefs man auf Anhydrit und bei 624 bis 634 *m* auf ein zweites Steinsalzlager. Im Jahre 1888 schritten die Solvaywerke zur Anlegung eines Kaliumsalzwerks bei Roschwitz, das den Namen *Solvayhall* erhielt. Die anhaltische Regierung hat dann durch Einführung des Salzgewinnungsmonopols weiteren Privatunternehmungen auf Kaliumsalze in Anhalt vorgebeugt.

Die Untersuchungen blieben nicht nur auf den Hauptzug der Triasformation am Nordrande des Harzes und in dessen Fortsetzung beschränkt. Zu Beginn der 90er Jahre wendete sich die Thätigkeit der Unternehmer auch dem Südabhange des Harzes und dem thüringischen Becken zu. Ein von *H. L. Brügmann* aus Brüninghausen bei Dortmund und der *Wwe. Grillo* gebildetes Konsortium liefs bei Duderstadt im hannoverschen Eichsfelde, nordwestlich von der Stadt am Sülberge, und bei Langenhagen Bohrungen unter der Leitung des Obereinfahrers *Achepohl* ausführen. Man erwartete, dafs unter dem Anhydrit und Salzthon das Kaliumsalzlager anzutreffen sei [1]).

Mit günstigerem Erfolge als hier waren die von *Brügmann* veranlafsten Bohrungen im Fürstentum Schwarzburg-Sondershausen [2]) begleitet, wo in der Nähe von Jecha das obere Steinsalzlager in einer Teufe von 463 *m* und, nachdem 161 *m* Steinsalz durchsunken worden waren, in 624 *m* Teufe ein Kaliumsalzlager von über 16 *m* erbohrt wurde. Durch Vertrag wurde den Unternehmern das Bergwerkseigentum auf Steinsalz und Kaliumsalze von der Regierung für die ganze Unterherrschaft Sondershausen übertragen. Das bei Sondershausen angelegte Werk *Glückauf* ist seit 1893 in Förderung getreten.

Im sächsischen Eichsfelde bei Jützenbach, 10 *km* von Duderstadt, begann der preufsische Fiskus im Juni 1891 Bohrungen auf Kaliumsalze [3]), ebenso bei Kehmstedt und Mörbach in der Nähe von Nordhausen, wo Kaliumsalze erbohrt wurden [4]). Auch in diesen Gebieten zwischen Harz und Thüringen begann ein eifriges Wettbohren.

Im Jahre 1893 [5]) wurden zahlreiche Bohrungen bei Kaiseroda und Hämbach in der Nähe der meiningischen Landesgrenze ins Werk gesetzt. Zwei im Jahre 1881 auf Steinsalz niedergebrachte Bohrlöcher wurden mittels Diamantkernbohrung vertieft, zwei neue Bohrlöcher wurden westlich von Kaiseroda und zwei fernere nordwestlich und süd-

---

[1]) *Chem.-Ztg.* 1891, S. 448 u. 1009.

[2]) *Nat.-Ztg.* v. 8. Aug. 1892. *B.- u. H. Z.* 1892, **51**, 335. *Ch.-Ztg.* 1894, S. 1198.

[3]) *Chem.-Ztg.* 1891, S. 1009.

[4]) *Prometheus* 1891, S. 355.

[5]) Bericht der Handels- und Gewerbekammer für den Kreis Meiningen 1894, mitgeteilt in *Z. f. prakt. Geol.* 1896, S. 81 nach *Regel*, Thüringen III.

Digitized by Google

westlich davon angesetzt. Da in den Bohrungen nach den Mitteilungen Kaliumsalze nachgewiesen waren, folgten im Jahre 1894 mehrere Bohrgesellschaften mit neuen Bohruntersuchungen auf meiningischem Gebiete. *H. Thumann* in Halle, *F. W. Strohbach* in Köthen bohrten zwischen Steinbach und Kaiseroda, *Ed. Sauer* aus Dresden stellte zwei Bohrtürme zwischen Wernshausen und Knollenbach auf, ein Kölner Konsortium einen Bohrturm in der preufsischen Enklave Brachfeld, daneben setzte die Schutzbohrgesellschaft des Syndikats der deutschen Kaliumwerke mehrere Bohrungen an. In wenigen Wochen standen acht Bohrtürme im Werrathale (fünf von Privaten, drei von der Schutzbohrgesellschaft).

Bei Breitungen, wo man bei 210 *m* Teufe auf Kaliumsalze stiefs, wurde die Schutzbohrgesellschaft gegen *Sauer* zunächst fündig, ebenso bei Brachfeld gegen das Kölner Konsortium. *Thumann* traf in der Bohrung, 200 *m* südlich von Kaiseroda, bei 159 *m* Teufe 36 Stunden früher auf Steinsalz, als die mit einer Bohrung westlich von Salzungen konkurrirende Schutzbohrgesellschaft. Eine zweite Bohrung *Thumanns*, 300 *m* südlich von der ersteren, überholte um etwa einen Tag die Bohrung der Schutzbohrgesellschaft bei Wildprechtroda. Indessen wurden sowohl diese beiden Bohrungen der Schutzbohrgesellschaft, als auch eine dritte bei Sorghöfen bis zum Rotliegenden fortgesetzt und dabei festgestellt, dafs Kaliumsalze dort nur in Spuren zu finden waren, *Thumann* bohrte noch an drei anderen Orten und traf auch auf Kaliumsalze. Ihm und *Strohbach* wurden auf sechs Fundpunkten sechs Maximalfelder (13 112 600 *qm*) im Meiningischen verliehen. Bei Hämbach (siehe S. 118) ist mit dem Abteufen des Schachtes begonnen worden.

Nach den Aufschlüssen ist das fast horizontal liegende Steinsalzlager in zwei nahezu parallelen Zonen von Mutterlaugensalzen durchzogen. Die obere Zone liegt etwa 80 *m* unter dem Hangenden des Steinsalzes, ist etwas über 6 *m* stark und führt in den oberen und unteren Lagen kaliumreiche Salze, dazwischen ein ärmeres, meist aus Chlornatrium bestehendes, 3,6 bis 3,7 *m* starkes Mittel. Die untere Zone liegt 40 *m* tiefer, ist 2,6 bis 4,8 *m* stark und nimmt nach dem Einfallen hin an Mächtigkeit zu. Unter der Annahme, dafs nur im westlichen Teile des Feldes abbauwürdige Kaliumsalzlager vorhanden seien, berechnet man die möglicherweise zu fördernde Nutzmenge an Kaliumsalzen auf 39 337 800 *cbm* = 78 Millionen Tonnen.

Die Mutterlaugensalze sind nach den Aufschlüssen den Stafsfurter Hartsalzen ähnlich, die schon roh gemahlen Handelsartikel sind. Zur Ausbeutung wurde 1894 die Gewerkschaft *Bernhardshall* gegründet.

Bei einer sechsten Bohrung dieser Gesellschaft, die bei 348 *m* im Steinsalz stand, traf man auf eine bedeutende Kohlensäurequelle. Beim Heraufholen des Bohrgestänges wurde die etwa 300 *m* hohe Laugensäule aus dem Bohrloche hoch herausgeschleudert, so dafs das Dach des 22 *m* hohen Bohrturmes zum Teil zerstört wurde. Ein Kohlensäure-

Digitized by Google

strom entwich mit 40 *m* Geschwindigkeit in der Sekunde in einer Menge von 24000 *cbm* Gas täglich, das unter brüllendem Getöse ausströmte. Anstrengenden Bemühungen gelang es, die Quelle zu fassen. Ein aufgesetztes Hochdruckmanometer zeigte 33 *Atm.* Spannung. Die monatliche Produktion ist etwa 59700 *kg*.

Auch bei Sondra im Gothaischen ist bei einer im Jahre 1895 ausgeführten Bohrung eine ähnlich starke Kohlensäurequelle erschlossen worden, die ebenfalls nach einiger Zeit gefafst werden konnte. Die Beschaffenheit der Kohlensäure wird als sehr gut bezeichnet. Zeitweilig ist die Quelle ausgeblieben. Bei diesem Bohrloche waren zunächst in 90 *m* Mächtigkeit Keuperschiefer und Letten des oberen Buntsandsteins mit Anhydrit und Gypsknollen durchsunken worden, dann folgten Plattendolomit, Letten, Gyps und Anhydrit, darunter wieder Dolomit.

In Meiningen ist, wie in anderen Staaten, durch Gesetz nachträglich das Recht, Steinsalz, Soole und Kaliumsalze aufzusuchen, dem Staate vorbehalten worden.

Im Jahre 1894 und später sind auch mehrere Bohrungen in der Nähe von Arnstadt (Schwarzburg-Sondershausen) bei der Saline Arnshall von deren Besitzern ausgeführt worden.

Ende 1892 waren an der Förderung von Kaliumsalzen bei Stafsfurt und am Nordabhange des Harzes gegen 20 Schächte beteiligt, aus denen täglich etwa 4000 *t* Kaliumrohsalze zu Tage geschafft wurden. Seitdem sind weitere Anlagen in der Förderung dazu gekommen und zahlreiche Schächte neuer Werke sind im Abteufen begriffen.

Die in Förderung stehenden Werke sind:

1. Drei Werke des preufsischen Fiskus bei Stafsfurt (Achenbachschacht, Berlepschschacht) und bei Tarthun (Brefeldschacht).
2. Zwei Werke des anhaltischen Fiskus bei Stafsfurt (Leopoldshall, Friedrichshall).
3. Die Werke bei Westeregeln (Douglashall), der Aktiengesellschaft Konsolidirte Alkaliwerke zu Westeregeln gehörig.
4. Neustafsfurt bei Löderburg (Gewerkschaft).
5. Die Werke bei Aschersleben (Schmidtmannshall), der Aktiengesellschaft Kaliwerke Aschersleben gehörig.
6. Ludwig II. bei Stafsfurt (Gewerkschaft).
7. Hercynia bei Vienenburg (Gewerkschaft).
8. Solvayhall bei Bernburg, der Aktiengesellschaft Deutsche Solvaywerke gehörig.
9. Wilhelmshall bei Anderbeck in der Nähe von Halberstadt (Gewerkschaft).
10. Thiederhall bei Wolfenbüttel (Aktiengesellschaft).
11. Glückauf bei Sondershausen (Gewerkschaft).
12. Hedwigsburg bei Wolfenbüttel (Gewerkschaft).

Bei Glückauf liegen die Kaliumsalze nach der Bohrung in 783 bis 790,6 *m* Teufe, bei Hedwigsburg (Kainit und Carnallit) bei 153 *m* Teufe.

Digitized by Google

Neue Werke sind im Entstehen, bei denen mit dem Schachtabteufen begonnen ist (s. auch S. 122):

1. Bei Jessenitz in Mecklenburg-Schwerin, der Aktiengesellschaft Mecklenburgische Kaliwerke gehörig (s. S. 380). Der Schacht ist im Juni 1896 begonnen und bis 287 *m* abgebohrt, bei 261,3 *m* ist das Steinsalzlager erreicht. Kaliumsalze sind bei 271 und 361 *m* erbohrt.
2. Bei Lübtheen des *Sholto Douglas*, dem mit Ausnahme der Berechtsame der Mecklenburgischen Kaliwerke für Mecklenburg-Schwerin das Salzgewinnungsrecht vom Staate übertragen ist, jetzt Mecklenburgische Gewerkschaft *Friedrich Franz* in Lübtheen. Der Schacht ist im April 1896 begonnen. Kaliumsalze sind bei 297, 327, 389 und 433 *m* erbohrt.
3. Bei Behndorf, Provinz Sachsen, nordöstlich von Helmstedt, Kreis Neuhaldensleben, der Gewerkschaft Burbach gehörig, wo jüngeres Steinsalz bei 269 *m*, drei Kaliumsalzlager bei 271,5 bis 287,5 *m* (6 *m* Sylvinit und Hartsalz) durchfahren sind.

   Der Schacht ist am 12. Mai 1897 angehauen und in der ganzen Teufe 370 *m*. Die Hauptabbausohle ist bei 360 *m* mit östlichen und westlichen Querschlägen, eine Versuchsstrecke bei 310 *m* angesetzt, mit denen die Kaliumsalze durchfahren sind.
4. Zu Beienrode bei Königslutter, der Gewerkschaft Beienrode gehörig, wo der Schacht (Ende 1898) bei 721 *m* Steinsalz mit Anhydrit durchteuft hat. Bei 714 *m* Teufe sind Querschläge angesetzt, in denen die in den Bohrungen in 25 *m* Mächtigkeit nachgewiesenen Kaliumsalze angefahren sind.
5. Bei Salzgitter (Schacht Fürst Bismarck), der Gewerkschaft Schlüssel gehörig, wo der Schacht (Ende 1898) 623 *m* Teufe erreicht hat. Er steht von 252 *m* ab im Salzgebirge, bei 540, 552 und 597 *m* sind Kaliumsalzlager (Carnallit, Sylvinit und Kainit) angefahren.
6. Bei Grofs-Rhüden am Heberge, der Gewerkschaft Karlsfund gehörig. Der Schacht ist Ende 1898 285,5 *m* tief. Starke Wasserzuflüsse (3 *cbm* in der Minute) müssen gewältigt werden. Kaliumsalze sind bei 513 und 540 *m* erbohrt.
7. Bei Salzdetfurt, der Aktiengesellschaft für Bergbau und Tiefbohrung zu Goslar, jetzt Kaliwerke Salzdetfurt, Akt.-Ges., gehörig, wo das jüngere Steinsalz bei 197,5 *m* erreicht ist. Der Schacht ist (Ende 1898) bis 560 *m* abgeteuft. Bei 352 *m* ist 1 *m*, bei 561 *m* sind 7 *m* Carnallit durchfahren worden.

   Mit einer bis 1410 *m* fortgesetzten Bohrung sind 1186 *m* Steinsalzlager durchfahren worden.
8. Bei Sehnde (Gustavshall) zwischen Hildesheim und Hannover, der Gewerkschaft Hohenfels gehörig. Der Schacht steht (Ende

Digitized by Google

1898) bei 274 *m* im Buntsandstein mit Tübbingsausbau. Kaliumsalze sind bei 462, 594, 720 *m* und in anderen Teufen erbohrt.

9. Bei Ronnenberg, südwestlich von Hannover, der Aktiengesellschaft Alkaliwerke Ronnenberg gehörig. Erbohrt sind bei 134 *m* Steinsalz, bei 225 und 293 *m* Kaliumsalze.

   Damit vereinigt ist der Besitz der Gewerkschaft Kniestedt, Kaliumsalze bei 408 und 464 *m*, sowie der Bohrgesellschaften Schierenberg und Mathildenhall.

10. Bei Empelde, der Gewerkschaft Hansa-Silberberg gehörig; der Schacht ist zur Zeit bis 57 *m* abgebohrt, Bohrungen haben bei 362 *m* Steinsalz, bei 488, 492 und 507 *m* Kaliumsalze, eine andere Bohrung hat Steinsalz bei 133 *m*, Kaliumsalze bei 493. 531,5 und 563 *m*, und auch in höheren Teufen angetroffen.
11. Bei Klein-Freden an der Leine (Schacht Deutschland), der Gewerkschaft Hohenzollern gehörig, wo das Salzlager in den Bohrungen bei 283 *m*, Kaliumsalze bei 429 *m*, an anderer Stelle bei Dehnsen bei 853 *m* aufgeschlossen sind. Der im Schachte bei 520 *m* Teufe angesetzte Querschlag hat das Carnallitlager in 8,35 *m* Mächtigkeit durchfahren.
12. Im Hildesheimer Walde bei Diekholzen, südlich von Hildesheim, der Gewerkschaft Hildesia gehörig. Steinsalz ist bei 311 *m*, Kaliumsalze sind bei 360, 410, 560 u. s. w. und 822 *m* erbohrt.
13. Bei Bokeloh in der Nähe von Wunstorf, der Gewerkschaft Mathias gehörig, wo Steinsalz bei 194 *m*, Kaliumsalze bei 343, 428, 441 *m*, auch bei 399, 409 und 803 *m* erbohrt sind.

Auf dem nordthüringischen Teile des zwischen Harz und Thüringer Wald eingelagerten Zechsteinbeckens, wo bei Sondershausen bereits die Gewerkschaft Glückauf ein Kaliumsalzwerk betreibt, sind die Funde der Mansfeldschen Gewerkschaft von Interesse. Bei den Bohrungen am salzigen See wurde das jüngere Steinsalz in 236, 235 und 248 *m* Teufe und bei 380 und 334 *m* Carnallit, in einer andern Bohrung bei 232 *m* Kainit und Steinsalz angefahren. Ein Kaliumsalzwerk (Ernsthall) wird bei Wansleben auf der Südostseite des salzigen Sees angelegt. Der Schacht (*Georgi*-Schacht), nach dem Oberbürgermeister von Leipzig *Georgi* benannt, ist am 26. Februar 1898 angehauen worden.

Im südthüringischen Becken sind folgende Schächte auf Kaliumsalze im Abteufen begriffen:

1. Bei Leimbach unweit Kaiseroda und Salzungen am Westabhange des Thüringer Waldes, der Gewerkschaft Bernhardshall gehörig. Kaliumsalze sind bei 270 und 318,5 *m* erbohrt.
2. Bei Kaiseroda, der Gewerkschaft Kaiseroda gehörig, wo der Schacht zur Zeit bis 172 *m* nach dem *Kind-Chaudron*-Verfahren abgebohrt ist und das Salzlager bei 205 *m* erwartet wird.
3. Bei Dietlas im Thale der Felda, eines linksseitigen Neben-

Digitized by Google

flusses der Werra, nordwestlich von den beiden vorigen, der Gewerkschaft Grofsherzog von Sachsen gehörig, wo am 12. Jan. 1898 mit dem Abteufen des Schachtes begonnen ist.

Kaliumsalzaufschlüsse sind aufserdem durch zahlreiche Bohrungen gemacht worden, insbesondere:

Im nordharzer Becken: bei Barneberg (Kreis Neuhaldensleben); bei Jerxheim, Schöningen und bei Remlingen (Herzogtum Braunschweig) vom braunschweigischen Fiskus, bei 738,2 und 779,8 *m* sind dort Kaliumsalze (Carnallit) angefahren; an der Asse von der Gewerkschaft Asse, daselbst ist Carnallit bei 284 bis 326 *m* Teufe durchbohrt worden; in der Provinz Hannover: am Benther Berge von der Gewerkschaft Wallmont-Benthe, wo bei 170 *m* Steinsalz, bei 464,5 m Kaliumsalze (Sylvin) erbohrt sind, und südlich davon Bohrungen der Gewerkschaft Justenberg, in denen bei 225 *m* Steinsalz und bei 245 *m* Kaliumsalze, an anderer Stelle bei 740 und bei 900 *m* Kaliumsalze durchfahren sind; sowie zwischen Hildesheim und Hannover bei Bolzum und Sehnde von der Bohrgesellschaft Friedrichshall, bei deren Bohrungen Steinsalz in 154 und 183 *m*, Kaliumsalze in 258, 430, 494, 550 und 613 *m* Teufe durchfahren sind, und der Goslarer Tiefbohrgesellschaft; ferner bei Peine, bei Grofs-Ilsede (Gewerkschaft Wilhelmshall-Ölsburg), in der Enklave Ölsburg, wo Sylvin bei 760 *m* erbohrt ist, und westlich davon bei Hohenhameln; bei Ehmen, unweit Fallersleben bei Gifhorn (Bohrgesellsch. Fallersleben), wo bei 161,5 *m* Steinsalz, bei 170 und 320 *m* Kaliumsalze, im ganzen 12,83 *m* Carnallit, Sylvin und Sylvinit, also in ungewöhnlich und unerwartet geringer Teufe erbohrt sind; ferner südlich von Hildesheim (Bohrgesellschaft Schierenberg, Bohrgesellschaft Mathildenhall, die bei 900 *m* Sylvinit erbohrt hat), bei Winzenburg (preufsischer Fiskus), wo bei 541 *m* Steinsalz, bei 918 *m* Carnallit angefahren und bis 1131 *m* im Steinsalz gebohrt worden ist; bei Bokeloh bei Wunstorf (Gewerkschaft Mathias), daselbst sind (Bohrgesellschaft Neu-Wunstorf) bei 152 *m* Steinsalz, bei 170 und 340 *m* Kaliumsalze erbohrt; bei Eime an der Leine, südlich von Elze (Bohrgesellschaft Eime), wo Steinsalz bei 266 und 666 *m*, Kaliumsalze bei 284, 752 und 855 *m* Teufe erbohrt sind; bei Banteln (Bohrgesellsch. Neu-Hohenzollern), wo bei 295 *m* Steinsalz, bei 688 bis 704 *m* Kaliumsalze erbohrt sind; bei Königsdahlum bei Bockenem (Bohrgesellschaft Beständigkeit), Kaliumsalze sind bei 733 *m* Teufe erbohrt; bei Dehnsen unweit Alfeld (Bohrgesellschaft Dehnsen), wo bei 206 *m* Steinsalz, bei 381, 423 und 467 *m* Kaliumsalze erbohrt sind; bei Lüthorst und Vorwohle unweit Einbeck (Bohrgesellschaft Einbeck), Kaliumsalze sind bei 841 *m*, in anderer Bohrung bei 1076 bis 1089 *m* Teufe erbohrt; bei Salzderhelden, bei Immensen und Sülbeck (Gewerkschaft Siegfried I., früher Bohrgesellschaft Concordia), wo bei 519 *m* Steinsalz, bei 730, 752 und 769 *m*, in anderer Bohrung bei 1009,5 und 1014 *m* Kaliumsalze, bei einer vierten Bohrung in 320 *m*

Digitized by Google

Teufe Steinsalz, dann Kaliumsalze (Kainit) erbohrt sind; bei Sülbeck (Bohrgesellschaft Hellmuth); bei Volpriehausen am Solling (Bohrgesellschaft Justus I.), wo Kaliumsalze bei 463 und bei 516 *m*, sowie bei 752 und 917 *m* erbohrt sind; bei Vienenburg (Bohrgesellschaft Neu-Vienenburg und Wiedelah-Vienenburg), Steinsalz bei 213 *m*, Kaliumsalze bei 308 *m*; bei Sebexen, Bezirk Hildesheim (Bohrgesellschaft Viktoria), Steinsalz bei 278 *m*, Kaliumsalze bei 340 *m*; im thüringischen Becken: bei Gasteroda, südlich von Berka a. d. Werra (Bohrgesellschaft Alexandershall), Steinsalz bei 320 *m*, Kaliumsalze bei 378 und 436 *m*; bei Vacha, Unterbreizbach (Bohrgesellschaft Sachsen-Weimar), Steinsalz bei 576 *m*, Kaliumsalze bei 700 und 771 *m*; bei Bengendorf, nördlich von Vacha im Werrathale, wo bei 393 *m* Steinsalz, bei 420 *m*, sowie bei 494, 513 und 580 *m* Kaliumsalze erbohrt sind (Bohrgesellschaft Wintershall); weiter westlich davon (Bohrgesellschaft Hattorf), Steinsalz bei 476 *m*, Kaliumsalze bei 586 und 636 *m*; ferner bei Lengsfeld (Bohrgesellschaft Grofsherzogin Sophie, früher Einbeck), Steinsalz bei 367 *m*, Kaliumsalz bei 485 *m*.

In Oldenburg sind bei Osternburg in 328 *m* Teufe Steinsalz und dann Kaliumsalze erbohrt worden.

Eine grofse Anzahl Bohrungen sind aufserdem auf Salz fündig geworden, noch in Ausführung oder geplant, meist in der Provinz Hannover, jedoch auch in Thüringen und in der Provinz Sachsen.

Der preufsische Fiskus hat insbesondere zahlreiche Berechtsamsfelder im Reg.-Bez. Magdeburg auf Grund von Bohrungen erhalten, so in den Gemarkungen Stafsfurt, Förderstedt, Löderburg, Neugattersleben, Löbnitz, Egeln, Tarthun, Wolmirsleben, Schneidlingen, Athensleben, Atzendorf, Unseburg, Brumby, Glöthe, Zens, Eickendorf, Aschersleben (bernburgische Seeländer), Wilsleben, Börnecke, Königsaue, Friedrichsaue, Schadeleben, Haus-Neindorf; ferner im Reg.-Bez. Erfurt in den Gemarkungen Jützenbach, Kehmstedt, Mörbach, Rüxleben, Kleinfurra, Hain, Uthleben u. a.

Von Privatbohrgesellschaften sind ferner noch Bohrungen ausgeführt, in Ausführung oder geplant:

Bei Osnabrück (Bohrges. Wilhelminenhall), Bohrung bei Bilshausen (Eichsfeld), dann bei Powe mit Kohlenfund; bei Haltern (Bohrges. Osnabrück, in Auflösung); bei Bissendorf (Bohrges. Bissendorf, in Auflösung); in der Lüneburger Haide bei Wietze-Steinförde (Englische Gesellschaft); in der Gegend von Hannover bei Badenstedt und Bornum, am Benther Berge und in dessen Zuge (Bohrgesellschaften Vereinigte Hansa, Benther Berg (aufgelöst), Franzenshall); bei Weetzen und Lemmie (Gew. Justenberg); in der Hildesheimer Gegend bei Burgdorf, Sorgensen und Dachtmissen (Bohrges. Sophienhall); bei Gestorf und Hüpede (Bohrges. Rudolfshall); bei Sibbesse und Möllensen (Bohrges. Hildesheim und Bohrges. Neue Hoffnung); bei

Digitized by Google

Bredelem (Bohrges. Hannashall); bei Hotteln in der Nähe von Gleidingen und bei Sarstedt (Bohrges. Teutonia und Bohrges. Glückauf); bei Altenhagen (Bohrges. Germania); bei Dingelbe und Hönnersum, Steinsalz bei 139 *m* (Bohrges. Königin Luise); in der Einbecker Gegend bei Hardegsen, wo Steinsalz bei 693 *m* erbohrt ist, und bei Schlarpe (Bohrges. Hardegsen); bei Imbsen und Güntersen (Bohrges. Barbarossa); bei Salzderhelden und Einbeck (Bohrges. Monopol und Bohrges. Viktoria); bei Salzgitter (Bohrgesellschaft Gitter); in der Gegend von Northeim bei Harriehausen (Bohrgesellschaft Aeterna); bei Hettensen (Bohrgesellschaft Marienhall); bei Wetteborn unweit Freden (Bohrgesellschaft Saschashall); bei Salzdetfurt in der Gemarkung Sehlem (Bohrgesellschaft Ottoshall); in der Göttinger Gegend bei Adelebsen (Bohrgesellschaft Kaiserhall); bei Fürstenhagen und Eberhausen am Solling (Bohrgesellschaft Fürstenhall); bei Weifsenborn (Bohrgesellschaft Grofser Kurfürst), Steinsalz bei 606 *m*, aber keine Kaliumsalze; bei Vienenburg und Lochtum (Bohrgesellschaft Neu-Vienenburg, Bohrgesellschaft Wiedelah-Vienenburg); in der Gegend von Hann.-Münden bei Lippoldshausen (Bohrgesellschaft Werrahall), Steinsalz bei 251 *m*; ferner nordöstlich von Hannover bei Hänigsen unweit Burgdorf, Reg.-Bez. Celle (Bohrges. Hänigsen), sowie bei Klein-Hehlen und Steinwedel; bei Winsen a. d. Aller (Bohrges. Ickhorst zum Schlage); bei Oldau und Südwinsen, Kreis Celle (Bohrgesellschaft Prinz Adalbert); in der Gifhorner Gegend bei Ehmen unweit Falleraleben (Bohrges. Neu-Falleraleben), und bei Wedesbüttel; bei Heiligendorf (Bohrges. Heiligendorf), Steinsalz bei 183 und 922 *m*; bei Klein-Steimke (Bohrgesellschaft Albrechtshall); auch im Reg.-Bez. Lüneburg bei Hitzacker a. d. Elbe und bei Wietzetze (Bohrgesellschaft Hitzacker); in der Magdeburgischen Gegend: bei Vahldorf, Kreis Neuhaldensleben, unweit Wolmirstedt und bei Samswegen, Kreis Wolmirstedt (Bohrges. Bismarckshall), Steinsalz bei 315 und 330 *m*; bei Domersleben, Kreis Wanzleben (Schutzbohrgesellschaft); auch im südthüringischen Becken sind weitere Bohrunternehmungen zu verzeichnen, insbesondere an der Werra und Fulda und in der Gegend zwischen Hersfeld und Hünfeld, z. B. bei Kathus (Bohrgesellschaft Haste-Nenndorf); bei Reilos im Fuldathale (Bohrgesellschaft Preufsen); bei Hönebach, wo bei 504 *m*, bei Fafsdorf, wo bei 424 *m* Steinsalz ohne Kaliumsalze erbohrt ist, und bei Meckbach (Bohrgesellschaft Benther Berg, in Auflösung); bei Dankmarshausen und Dippach (Bohrgesellschaft Alexandershall), Steinsalz bei 281 *m*, Kaliumsalze bei 304 und 371 *m*; in Thüringen: bei Langenfeld, südl. von Salzungen (Bohrgesellschaft Georgshall), Steinsalz bei 285 *m* Teufe, bei 505 *m* das Liegende (Anhydrit); bei Rastenburg (Sachsen-Weimar), Steinsalz bei 480 *m* (Bohrgesellschaft Rastenburg); bei Teichweiden (Schwarzburg-Rudolstadt) (Bohrges. Teichel); bei Frankenhausen (Bohrges. Frankenhausen), wo nur Steinsalz ohne Kaliumsalze erbohrt ist, u. a.

Digitized by Google

Neue Schachtanlagen sind ferner noch begonnen oder werden vorbereitet: bei Bleicherode (preufs. Fiskus), bei Güsten (anhalt. Fiskus), bei Hadmersleben (Alkaliwerke Westeregeln), bei Wittmar und Asse (Gew. Asse mit braunschw. Fiskus), bei Ehmen (Gew. Einigkeit, früher Bohrges. Fallersleben), bei Benthe (Gew. Wallmont-Benthe), bei Volpriehausen (Gew. Justus I), bei Vogelbeck (Salzderhelden, Gew. Siegfried I), bei Dehnsen (Gew. Desdemona, früher Bohrges. Dehnsen), bei Bolzum und Sehnde (Akt.-Ges. Kaliwerke Friedrichshall), bei Berka a. d. Werra (Gew. Alexandershall), bei Vacha (Gew. Sachsen-Weimar und Gew. Wintershall), bei Trebitz a. d. Saale und Zörnitz (Gew. Johannashall).

Mehr als 100 Bohrgesellschaften haben sich mit der Aufsuchung von Kaliumsalzlagerstätten befafst, von denen nur wenige ergebnislose Untersuchungen zu verzeichnen haben, besonders da, wo sie mit ihren Bohrungen anscheinend über die Grenze des Salzbeckens hinausgegangen waren. Ein grofser Teil hat günstige Aufschlüsse gemacht und zur Eröffnung des Bergbaues die Gewerkschaftsform angenommen oder die Berechtsame veräufsert, da nur durch Zusammenlegung der vielen kleineren Berechtsamen mit benachbarten Feldern ein dauernder Grofsbetrieb unter vorteilhafter Ausbeutung gesichert ist[1]).

Die Bewertung der gewerkschaftlichen Anteile (Kuxe) und Aktien älterer und neuerer Unternehmungen für 1898 zeigt das folgende Kursverzeichnis[2]):

Werke	Höchster Kurs Mk.	Niedrigster Kurs Mk.	Kurs Ende Dez. 1898 Mk.	Zubufse Mk.	Ausbeute Mk.
in Förderung stehende:					
Neustafsfurt	25 400	24 600	25 000	—	2000
Hercynia	22 700	18 200	21 800	—	1500
Wilhelmshall	13 600	12 400	13 250	—	960
Glückauf (Sondershausen)	9 300	8 300	8 500	—	175
Hedwigsburg	8 850	7 950	8 400	—	—
in Ausrichtung stehende:					
Burbach	3 700	2 650	3 700	600	—
Hohenzollern	5 100	1 500	3 700	900	—
Carlsfund	4 250	3 100	3 100	600	—
Kaiseroda	3 325	2 350	2 900	300	—
Schlüssel (Salzgitter) . .	4 125	1 750	2 600	700	—
Beienrode	4 250	2 200	2 200	600	—
Bernhardshall	2 425	2 000	2 400	600	—
Hohenfels	2 950	1 700	2 200	700	—
Hansa-Silberberg	2 250	325	600	350	—

[1]) Die einzelnen Unternehmungen sind beschrieben in den Beilagen der Zeitschr. *Industrie*, „Deutschlands Kaliindustrie", Jahrg. 1899.

[2]) Nach der Zeitschrift *Industrie* zusammengestellt.

Digitized by Google

	Nachfrage	Angebot (Ende 1898)
Goslarer Tiefbohr-Aktiengesellschaft	—	3900
Ronnenberg-Aktien	1590	1625
Grofsherzog von Sachsen	1750	1800
Mathias	80	95

Salzfündige Bohrgesellschaften und Gewerkschaften:

	Nachfrage	Angebot		Nachfrage	Angebot
Alexandershall	425	460	Justenberg	—	300
Benthe-Wallmont	270	290	Justus I.	—	325
Beständigkeit	115	130	Neu-Hohenzollern	—	100
Dehnsen	390	410	Rudolphshall	—	310
Eime	140	160	Sachsen-Weimar	—	500
Einbeck	25	35	Siegfried I.	300	325
Friedrichshall	450	480	Wintershall	675	700
Georgshall	—	150	Wiedelah-Vienenburg	100	125
Hardegsen	60	80	Wunstorf	100	125
Hattorf	150	175			

Nachdem auch auf der linken Rheinseite Salzlager erbohrt sind, haben die Deutschen Solvaywerke Bohrungen auf Kaliumsalze bei Repelen und Ossenberg, Kreis Mörs, in Aussicht genommen.

Lagerung und Zusammensetzung der Kaliumsalzlager[1]).

Für die Gewinnung und Verwertung der Kaliumsalze sind bisher nur die Ablagerungen in dem nördlich und östlich vom Harze gelegenen Beckenteile von Bedeutung gewesen. Welche Bedeutung die hannöverschen, südthüringischen und die anderen Aufschlüsse erlangen werden, läfst sich noch nicht absehen. Für einen Teil der hannöverschen Aufschlüsse scheinen günstige Aussichten vorhanden zu sein. Sehr günstig werden diese von *Ochsenius* beurteilt[2]), weniger günstig von *Kloos*[3]) und anderen. Nach *Ochsenius* wird Hannover voraussichtlich für die Kaliindustrie dieselbe Bedeutung erlangen, wie Stafsfurt. Bei der umfangreichen Durchörterung des Gebirges am östlichen und nördlichen Harzrande, sowie am Südabhange und weiterhin bis zum Werra- und Wesergebiete zur Aufsuchung von Kaliumsalzen gewinnt die ältere Abhandlung: „Über die Aufsuchung des Steinsalzes in den niedersächsisch-thüringischen Provinzen“[4]) als Ausgangspunkt der Untersuchungen hervorragenden Wert.

Das grofse Zechsteinbecken der norddeutschen Tiefebene westlich von der Elbe, dessen Ränder nordöstlich von dem Magdeburg-Alvenslebener

[1]) *Pfeiffer*, Handbuch der Kaliindustrie, 1887, S. 11 u. f.; *Muspratt*, Technische Chemie, 1892, **4**, 989 u. f. (*Kosmann*).

[2]) *Dr. C. Ochsenius*, Die Aussichten der Kalibohrungen. *Kuxenzeitung* 1898, Nr. 66, 68 u. 69.

[3]) *Prof. Dr. Kloos*, Neuere Aufschlüsse und die Ausdehnung der Kali- und Magnesialagerstätten. *Z. f. prakt. Geol.* 1895, S. 115. *Industrie* 1899, Nr. 6.

[4]) *Karst. Arch.*, II. R., **16**, 541.

Digitized by Google

Höhenzuge und südlich durch die Vorberge des Thüringer Waldes gebildet werden, und das sich gegen Nordwesten nach Westfalen hin einsenkt, wird in dem südöstlichen Teile durch das der grofsen Achse des Beckens folgende Harzgebirge in zwei Becken geteilt, von denen das nördliche als Magdeburg-Halberstädter oder Harzer, und das südliche als thüringisches Becken bezeichnet wird. Das erstere ist durch die an seiner Umrandung zu Tage tretenden älteren Schichtenbildungen am schärfsten gekennzeichnet. Von dem Dorfe Alvensleben aus, wo das Rotliegende und der Zechstein streifenweise sichtbar werden, wird der nordöstliche Rand von einer Reihe parallel mit dem nördlichen Harzrande verlaufender inselartiger Erhebungen der Culmgrauwacke bei Süpplingen (Braunschweig), Olvenstedt, Magdeburg, Gommern, Plötzki gebildet. Als südlicher Beckenrand zeigen sich in der Fortsetzung des nördlichen Harzrandes die Erhebungen des Rotliegenden und Zechsteins bei Ermsleben, Wiederstedt und Könnern. In der Muldenwendung, die über Sieglitz bei Könnern, Gröbzig, Wohlsdorf in Anhalt nach Norden verläuft, tritt bei Kl.-Paschleben wiederum Culmgrauwacke zu Tage. Zwischen Sieglitz und Gröbzig zeigt sich eine Erhebung von rotem Quarzporphyr, auch im Norden bei Alvensleben bricht Porphyr durch die Schichten.

In dieser Mulde lagert über den Gebilden des Zechsteins die Trias mit den drei Gliedern Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, denen im nordwestlichen Verlaufe, am Harze entlang, Schichten des Jura, der Wealden- und Kreideformation aufgelagert sind.

Diese älteren Bildungen werden überall, wo sie nicht zu Tage treten, von tertiären Schichten, stellenweise mit bedeutenden Braunkohlenflötzen, sowie durch diluviale und alluviale Schichten überlagert.

Die untere Abteilung des Buntsandsteins ist durch wechselweise lagernde rote und schiefergraue Mergel (Schieferletten) mit feinkörnigem Sandstein, Rogensteinen mit Hornkalk, einem grauen bis braunen festen Kalkstein, gekennzeichnet.

In dem südlichsten Teile zwischen Wiederstedt und Wohlsdorf zeigt sich eine plateauartige Erhebung, die sich in zwei durch Rogensteinbänke gekennzeichnete schmale Rücken nach Nordwesten fortsetzt. Der bedeutendere dieser beiden Rücken ist der Stafsfurt-Egelnsche Rogensteinsattel, der sich von Rathmannsdorf über Stafsfurt, Rothenförde, Tarthun und Westeregeln bis nach Hadmersleben hinzieht und dadurch bemerkenswert ist, dafs er in seinen mannigfachen Faltungen von Erhebungen des Gypses begleitet ist. Durch diesen Rogensteinsattel ist das Harzbecken geteilt. Diese Teile bilden die Nord- und Süd-Egelnsche Mulde. Der zweite flachere Rücken, der als der Aschersleben Rogensteinvorsprung bezeichnet wird, zieht sich von Aschersleben in der Richtung Königsaue und Heteborn bis zum Hackel hin. Etwa von dieser Erhebung ab senkt sich das Becken nach Norden, sie bildet, da bei

Digitized by Google

Aschersleben die Kaliumsalze nördlich davon abgelagert sind, den eigentlichen Gegenflügel der Süd-Egelnschen Mulde. In der Muldenwendung, das ist im südlichsten Teile der Mulde bei Alsleben und Beesen-Laublingen, ist das untere Steinsalzlager ohne Kaliumsalze erbohrt worden, während sich diese bei Peifsen nach den *Solvay*schen Bohrungen erhalten zeigten. Diese Kaliumsalzfunde werden mit der Hauptmulde in Zusammenhang stehen.

Westlich von der Linie Halberstadt-Grofs-Oschersleben wendet sich das bisher von Südost nach Nordwest, dem Nordrande des Harzes entlang gerichtete Streichen der Schichten mehr nach Westen. Die Schichten senken sich sowohl nach Westen, als auch nach Norden zu und fallen bei Vienenburg gegen den Harz zu, also widersinnig ein. Dabei sind zwei Erhebungslinien bemerkbar, von denen die dem Harz zunächst gelegene, die sich vom Huywalde bis Vienenburg hinzieht, dem Aschersiebener Rogensteinvorsprunge, und die andere nördlichere, die sich von Walbeck bei Helmstedt bis Thiederhall hinzieht, dem Stafsfurt-Egelnschen Sattel zu entsprechen scheint. Als nördlichste Erhebung des Zechstein-Salz- und Gypsgebirges werden die Vorkommen auf der Linie Lübtheen-Lüneburg anzusprechen sein. Noch über diese Linie hinaus, nördlich und östlich davon, liegen die Salzaufschlüsse von Segeberg und Stade.

Der westliche Abschlufs des ganzen grofsen Zechsteinbeckens ist (nach *Ochsenius*) vielleicht in der Linie Helgoland, Stade, Lüneburg, Porta an der Weser und diesen Strom aufwärts verlaufen.

Das thüringische Becken streckt sich ebenfalls von Nordwest nach Südost und wird durch die Erhebung des Kyffhäuser in ein nordthüringisches und ein südthüringisches Becken geteilt. Der Kyffhäuser ist eine aus Granit und Rotliegendem bestehende Erhebung, der sich südöstlich bei Bottendorf Zechsteinschichten und dazu gehöriger Gyps anschliefsen. Das nordthüringische Becken umfafst das Mansfeldische, das kleine thüringische, nämlich die Niederung zwischen dem Harz und dem Kyffhäuser, und das Querfurtsche Becken. Es wird von Buntsandstein erfüllt, dem sich zwischen Freiburg und Schraplau eine zusammenhängende Bildung des Muschelkalksteins auflagert. Zu dem östlichsten Teile dieses Beckens gehören die Quellen der Salinen Halle und weiter westlich die Aufschlüsse im Mansfeldschen, wo im Jahre 1897 das Vorhandensein von Kaliumsalzen nachgewiesen wurde. Es geht nach Westen in das Eichsfeld über, wo sich im Zuge dieses Beckens die Bohrlöcher bei Kehmstedt und Mörbach in der Nähe von Nordhausen befinden und weiter die Aufschlüsse bei Duderstadt und Jützenbach.

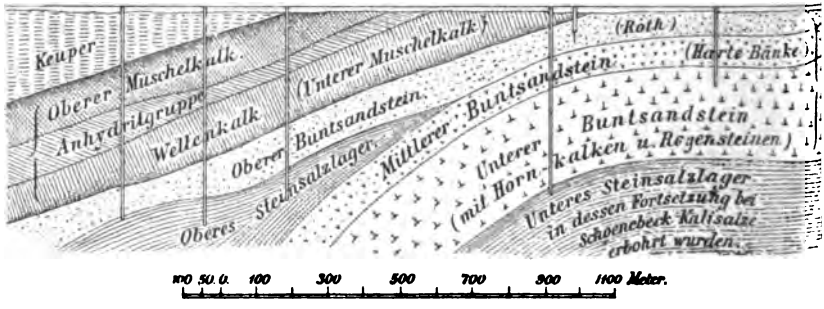
Dem südthüringischen Becken gehören die Quellen und Salzlager von Frankenhausen und Artern an. Westlich vom Kyffhäuser zieht sich die Erhebung der Hainleite hin, von ersterem durch die Thaleinsenkung der Wipper getrennt. In dieser Einsenkung liegen die

Digitized by Google

Aufschlüsse von Jecha bei Sondershausen und das Kaliwerk *Glückauf*, wodurch das Vorhandensein von Kaliumsalzen zuerst im südthüringischen Becken nachgewiesen ist. Die südlichsten Aufschlüsse sind die von Salzungen, Vacha und des Feldathales auf der linken Seite der Werra.

Bis jetzt ist die Lagerung des Steinsalzes und der mit ihm zusammen vorkommenden Kaliumsalze am ausgedehntesten und genauesten in dem Magdeburg-Harzer Becken bekannt geworden. Es umfafst in der oben bezeichneten engeren Umrandung eine Fläche von etwa 1500 *qkm*. Dort sind in der oberen Abteilung des Zechsteins zwei Steinsalzlager aufgeschlossen, von denen das unterste und stärkste, über 300 *m* mächtige im ganzen Bereiche des Beckens vorhanden ist und in geringerer Ausdehnung von Mutterlaugensalzen überlagert wird. Überall folgt dann eine Decke von grauem Salzthon und Anhydrit, letzterer durchschnittlich etwa 45 *m* mächtig. Über diesem Anhydrit lagert ein zweites Steinsalzlager, das in seiner Ausdehnung annähernd im Bereiche

Fig. 4.



der Mutterlaugensalze verbleibt und erst später durch die Aufschlüsse im Felde der *Agathe*, in den Schächten *Achenbach* und *Ludwig II.*, sowie durch die Bohrungen bei Aschersleben bekannt geworden ist.

Sowohl das jüngere als auch das ältere Salzlager, wo es nicht zunächst von Kaliumsalzen und dem jüngeren Steinsalzlager überlagert wird, sind überdeckt von dem Gyps des unteren Buntsandsteins, dem nach aufwärts Rogenstein- und Hornkalkbänke folgen. Bei Schönebeck wurde durch die Bohrungen darüber noch ein von oberem Buntsandstein überlagertes Steinsalzlager nachgewiesen [1]). Die Lagerung dieser oberen Schichten ist in Fig. 4 dargestellt.

Bei der Abteufung der preufsischen und der anhaltischen Schächte bei Stafsfurt wurde die S. 106 mitgeteilte Schichtenfolge festgestellt.

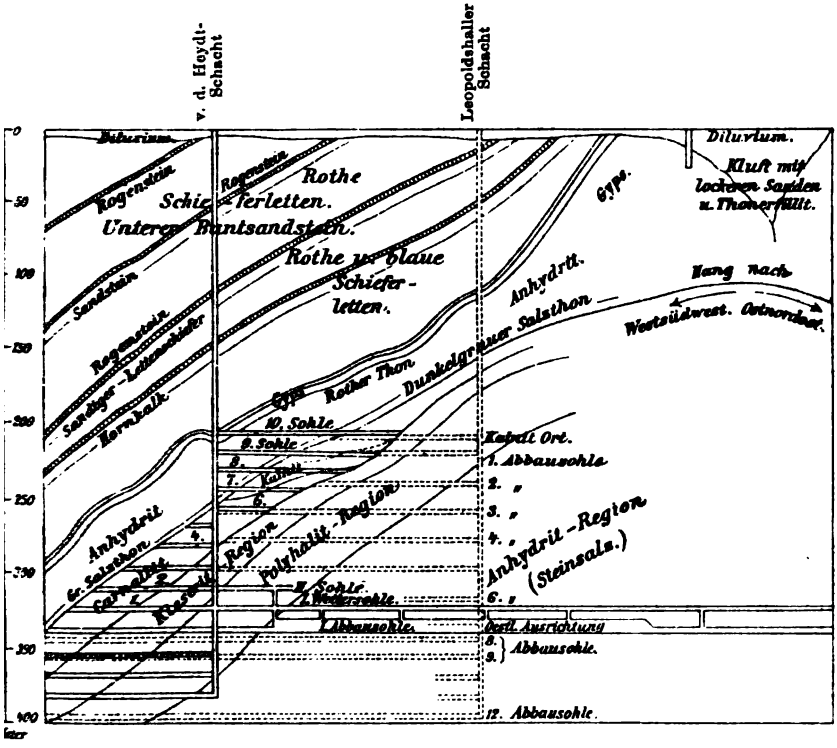
Die Schachtanlagen liegen auf dem Südwestabhange des Rogensteinsattels, die Stafsfurter Schächte 143 *m* weiter im Hangenden und 4,7 *m* an der Hängebank niedriger, als die anhaltischen Schächte bei Leopoldshall, und in etwa 1170 *m* nordwestlicher Entfernug von letz-

[1]) *Pr. Z.* 1876, 24, 11 (*Mehner*).

Digitized by Google

teren. In Stafsfurt fällt das Lager mit 33°, im Anhaltischen mit 44° Neigung ein und hier liegt die Bausohle 115 *m* höher als auf den preufsischen Schächten. Das Profil (Fig. 5) zeigt die Schichtenfolge auf den beiden Schachtanlagen, sowie die bisherige allmähliche Ausrichtung des Kaliumsalzlagers durch Abbausohlen, die sich in bestimmten Abständen folgen und von den im Liegenden der Lagerstätte befindlichen Tiefbauschächten nach dem Hangenden getrieben werden. Infolge dieser weit nach Osten liegenden Ausrichtung ist das Steinsalz-

Fig. 5.



lager bei Stafsfurt bis auf 330 *m* und das Gesammtlager bis auf 490 *m* Mächtigkeit aufgeschlossen. Die Mächtigkeit wird noch weit bedeutender sein und kann mit Rücksicht auf die Lage Stafsfurts zur Mitte des Beckens und die bei Aschersleben am Rande erbohrte Mächtigkeit bis auf 750 *m* geschätzt werden.

Das Liegende der Salzformation wird, wie bereits *G. Bischof* auf Grund theoretischer Erwägungen angegeben hatte [1]), von Gyps und Anhydrit gebildet. Dies ist durch das von *Schmidtmann* südöstlich

[1]) *G. Bischof*, Lehrbuch d. chem. u. phys. Geologie, Bonn 1854, 2, 1707.

Digitized by Google

vom Aschersleben er Schachte ausgeführte Bohrloch und durch die fiskalischen Bohrlöcher bei Unseburg und bei dem Steinsalzschachte zu Schönebeck nachgewiesen worden. In Aschersleben wurden unter den Kaliumsalzen folgende Schichten durchbohrt:

Ganze Teufe m		Stärke der Schicht m	Gesteinsart
von 241,3 bis 703,4		462,1	weifses Steinsalz, mit Anhydritschnüren,
„ 703,4 „ 705,6		2,2	fester, schwarz geaderter Anhydrit,
„ 705,6 „ 710,2		4,6	bituminös riechender Kalkstein (Rauchwacke),
dann „ 731,4 „ 739,4		8,0	weifs. Steinsalz m. Anhydritschnüren.
„ 739,4 „ 769,9		30,5	Gyps, Anhydrit, Liegendes der Salzformation,
Obere Abteilung der Zechstein-formation	769,9 „ 773,81	3,91	Zechstein,
	773,81 „ 777,71	3,90	Kupferschieferflötz bis zum Weifsliegenden,
	777,71 „ 778,5	0,79	Rotliegendes.

In der Nähe von Unseburg stiefs man bei der Bohrung bereits in einer Teufe von 80 *m* auf das unter dem Kaliumsalz lagernde Steinsalz und erreichte bei 1250 *m* das Liegende. Unter dem Salzlager folgte Anhydrit, schwarzer Schiefer und Stinkstein und von 1280 bis 1290 *m* nochmals Steinsalz. Die Bohrung stand, als sie aufgegeben wurde, bei 1293,4 *m* in grauem Anhydrit. Bei einer Neigung von 35 bis 45° ergiebt sich die Mächtigkeit des Steinsalzlagers zu etwa 900 *m*.

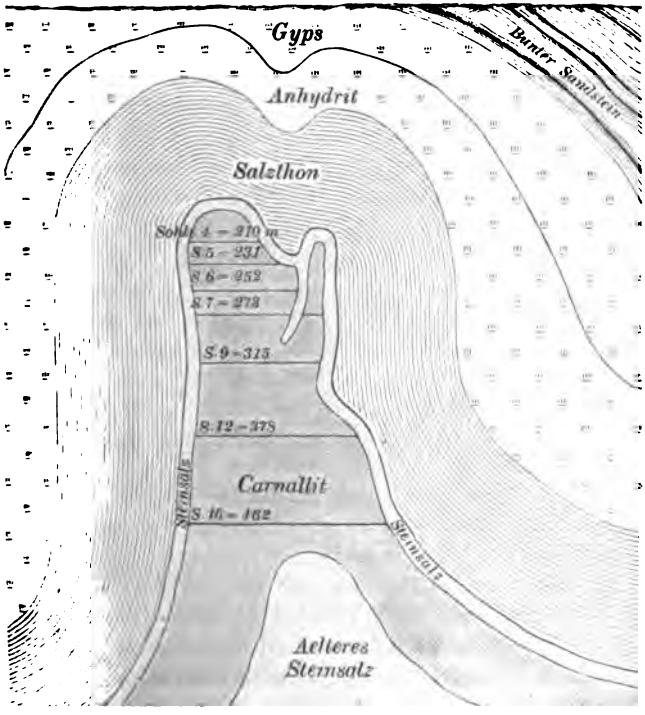
In der Stafsfurt-Egelnschen Mulde liegen auf dem südwestlichen Abhange des Rogensteinsattels die Schächte von Stafsfurt, Neu-Stafsfurt und Leopoldshall, auf dem nordöstlichen Abhange das Werk Ludwig II. Die Schächte von Schmidtmannshall bei Aschersleben liegen am südlichen Rande des Gegenflügels der Kaliumsalzmulde und der Schacht von Solvayhall bei Roschwitz auf der Rogensteinerhebung. Auf diesem südlichsten Teile ist die Neigung der Schichten nur gering, z. B. bei Schierstedt 13°, bei Aschersleben 5°, während sie auf dem nördlichen Teile an den Abhängen des Rogensteinsattels bei Leopoldshall und Stafsfurt wesentlich steiler bis 44°, in Neu-Stafsfurt sogar 50 bis 60° geneigt sind. An dem gegenüberliegenden Hange, im Schachtfelde von Ludwig II., beträgt die Neigung 50°, die steile Stellung nimmt nach Westeregeln hin noch bis fast zur Senkrechten zu, derart, dafs der auflagernde Carnallit zu einer nach allen Seiten abfallenden Kuppe emporgedrängt worden ist (Fig. 6). Erst bei einer Teufe von 358 *m* verflacht sich das Lager, ebenso wie auch auf den anderen Gruben mit zunehmender Teufe das Einfallen flacher wird, wie sich das bei den meisten Muldenbildungen der Gebirge zeigt. Auf

Digitized by Google

Douglashall wird infolge dieser Aufrichtung auf beiden Seiten des Sattels gebaut. Diese Erscheinungen mögen im Zusammenhange damit stehen, dafs sich der Rogensteinsattel nach Norden zu bei Hadmersleben ausspitzt.

Die Erstreckung des Kaliumsalzlagers von Peifsen bei Bernburg bis zu dem Douglasschen Bohrloche bei Hadmersleben beträgt etwa 40 *km*, die Breitenausdehnung von Winningen bis zur Kuppe des Rogensteinsattels ist annähernd 10 *km*. Da sich die Salze bei Had-

Fig. 6.



mersleben auskeilen, so berechnet sich die Fläche des südlichen Teiles der Kaliumsalzmulde zu etwa 250 *qkm* [1]).

Um den Umfang der Verbreitung des Kaliumsalzlagers nördlich vom Harze in der ganzen Flächenausdehnung annähernd zu bestimmen, dazu genügen die bisherigen weiteren Aufschlufspunkte noch nicht. So viel läfst sich jedoch aus den Aufschlüssen in den Linien Aschersleben-Huy-Vienenburg-Salzgitter und Walbeck-Thiederhall-Westerlinde schliefsen, dafs sich die Fläche nach

[1]) *Pfeiffer*, Handb. d. Kaliindustrie, S. 13.

Digitized by Google

vielen Quadratmeilen bemifst und dafs das Becken einen für unabsehbare Zeiten reichenden Schatz von Kaliumsalzen birgt.

In der Zusammensetzung des Stafsfurter älteren Steinsalzlagers unterschied *C. Bischof* vier Schichtengruppen, die sich auch für die übrigen aufserhalb der Stafsfurter Mulde aufgeschlossenen, demselben Horizonte angehörenden Ablagerungen als typisch erwiesen haben. Diese vier Abteilungen oder Regionen sind:

1. Die Anhydrit- oder Steinsalzregion,
2. „ Polyhalitregion,
3. „ Kieseritregion,
4. „ Carnallitregion.

Die unterste, die Anhydrit- oder Steinsalzregion, nach *Bischof* 330 *m* mächtig, besteht vorwiegend aus krystallinisch-spätigem Steinsalz, das in Bänken von 26 bis 157 *mm*, durchschnittlich 92 *mm* Stärke abgelagert ist. Zwischen den einzelnen Bänken von wechselnder Stärke lagert Anhydrit, wasserfreies, schwefelsaures Calcium, in schwachen, höchstens 6,5 *mm* starken Schnüren, die dem Gewichte nach kaum 4 *Pzt.* des Steinsalzes ausmachen. Nach der Teufe zu verstärken sich die Zwischenlagen bis zu 9 *Pzt.* des Steinsalzes. Diese Anhydritlagen, die man als Jahresringe bezeichnete, sind bei der Bildung der Salzlager aller Wahrscheinlichkeit nach die Folge von vielleicht periodisch wiederkehrenden Störungen in der regelmäfsigen Salzabscheidung, ohne dafs die Störungen sich gerade nur von Jahr zu Jahr zu wiederholen brauchten. Man hat indessen hiernach die Zeit für die Bildung des Stafsfurter Salzlagers, d. h. für die Abscheidung durch Verdunstung von Meerwasser, auf 15000 Jahre geschätzt.

Die Anhydritlagen stellen sich als ein trockenes Haufwerk äufserst kleiner Krystalle dar. Sie sind durch bituminöse Substanz grau gefärbt, und diese Beimengungen organischer Herkunft haben an einigen Stellen das schwefelsaure Calcium reduzirt, so dafs sich Schwefelblüte abgeschieden hat, die auf dem Anhydrit aufsitzt. Die Beimengung organischer Reste wird auch durch das Auftreten von Kohlenwasserstoffen bezeugt, die im Steinsalz mit etwa 3,5 *ccm* auf das Kilogramm und in den Kalium- und Magnesiumsalzen mit 8 *ccm* auf das Kilogramm eingeschlossen und in wasserhellen Krystallen als Luftblasen in Flüssigkeitseinschlüssen wahrzunehmen sind, sich in den oberen Kaliumsalzen jedoch durch die Entzündbarkeit der austretenden Gase und am frischen Stofse durch Knistern bemerkbar machen.

An der Grenze zwischen dieser und der nächsten Abteilung fand *Bischof* vereinzelt Hydroborazit ($CaMgB_6O_{11} . 6H_2O$) in Form kleiner, mit Steinsalz verwachsener Knollen.

Die Polyhalitregion ist etwa 63 *m* mächtig und enthält mehr derberes unreines Steinsalz. Neben dem Anhydrit als Zwischenlage erscheint, diesen mehr und mehr ersetzend, Polyhalit ($2CaSO_4 . MgSO_4 . K_2SO_4 . 2H_2O$). Hier zeigt sich bereits die Aufnahme von

Digitized by Google

Mutterlaugensalzen. Das Steinsalz enthält $^1/_3$ bis 3 *Pzt.* Chlormagnesium, erscheint trüber und hat die Eigenschaft, an der Luft feucht zu werden. Die Abteilung enthält nach *Steinbeck* durchschnittlich:

91 *Pzt.* Steinsalz,
6,66 „ Polyhalit,
0,66 „ Anhydrit,
1,50 „ Chlormagnesiumhydrat.

Der Polyhalit Stafsfurts, ein Mineral, das auch in den Salzthonen des Salzkammergutes vorkommt, und von da her bekannt ist, hat folgende Zusammensetzung:

3,49 *Pzt.*	Chlornatrium	(als fremde Beimengung),	
42,64 „	schwefelsaures	Calcium	= 2 Moleküle,
19,76 „	„	Magnesium	= 1,05 „
27,90 „	„	Kalium	= 1,02 „
5,75 „	Wasser		= 2,04 „

übereinstimmend mit dem krystallisirten Polyhalit nach oben angegebener Formel.

In den höheren Sohlen des Leopoldshaller und auch des Stafsfurter Werkes (Achenbachschacht) kommt in der Polyhalitregion braunrot und auch mehr oder weniger ausgeprägt blau gefärbtes Steinsalz vor. *Reichardt* erkannte Schwefel in kleinen Klümpchen als öftere Beimengung.

Unter dem Hangenden, in der Nähe des Kainits hat sich im Stafsfurter Lager eine Abart des Polyhalits gefunden. Es sind darin die Sulfate einzeln ausgeschieden, durch einander gelagert und mit Steinsalz durchwachsen. Das schwefelsaure Calcium zeigte sich als eine weifse, amorphe, linsengrofs eingesprengte Masse[1]). Zusammengesetzt war das Mineral nach einer Durchschnittsprobe (*a*) und nach Abzug des Chlornatriums und des Unlöslichen (*b*) aus:

a) 32,53	*b*) 40,14 *Pzt.*	schwefelsaurem	Calcium,
13,11	16,17 „	„	Magnesium,
24,82	30,62 „	„	Kalium,
18,17	— „	Chlornatrium,	
10,58	13,05 „	Wasser,	
0,95	— „	Unlöslichem.	

Der Polyhalit läfst sich entstanden denken aus dem Gyps, bei dem durch Hinzutreten der gleichwertigen schwefelsauren Salze des Magnesiums und Kaliums die beiden Wassermoleküle des Gypses von diesen aufgenommen worden sind, wodurch aus dem Gyps Anhydrit entstand, ebenso wie in der Anhydritregion, wo man sich den Anhydrit entstanden denken kann aus dem Niederschlage von Gyps, dem jedoch in Berührung mit dem Steinsalz das Wasser entzogen worden ist (s. übrigens S. 181).

[1]) *G. Krause*, *Arch. d. Pharm.* 6, H. 5. Ebend., *Die Industrie v. Stafsfurt* u. s. w., S. 16.

Digitized by Google

Die Kieseritregion ist etwa 56 bis 75 *m* mächtig. In ihr macht sich eine Zunahme der leichter löslichen Chloride bemerkbar, wenn auch die schwefelsauren Salze noch vorwiegen. Die hauptsächlich vorkommende schwefelsaure Verbindung ist der schwer lösliche Kieserit, schwefelsaures Magnesium mit nur 1 *Tle.* Verbindungswasser, $MgSO_4 . H_2O$. Unter dem Einflusse der leichter löslichen Mutterlaugensalze, die eine starke Aufnahmefähigkeit für Wasser haben, mag sich bei hoher Konzentration diese minder wasserhaltige Verbindung ausgeschieden haben, während aus den Lösungen sonst das leicht lösliche Bittersalz mit 7 oder 10 *Tln.* Wasser auskrystallisirt. Das Salz wurde von *Reichardt*, dem ehemaligen Präsidenten der Leop. Carol. Akademie zu Ehren, Kieserit genannt. Es besteht aus

87,1 *Tln.* schwefelsaurem Magnesium
und 12,6 „ Wasser,

und hat ein spezifisches Gewicht von 2,517. Es ist amorph, weifslichgrau, durchscheinend und wird, da es an der Luft Neigung zur Aufnahme von Wasser hat, leicht trübe. Eingeschlossen hält es immer etwas Chlornatrium und Chlormagnesium. Wenn man es mit Wasser behandelt, so zerfällt es unter Vergröfserung des Volumens und löst sich endlich bei 18,75° *C.* mit 40,9 *Tln.* in 100 *Gew.-Tln.* Wasser bei beständiger Bewegung in mehreren Tagen langsam auf.

Der Kieserit ist in Lagen von 2 bis 30 *cm* Stärke den in verschiedener Mächtigkeit auftretenden Steinsalzbänken zwischengelagert. Die weifsliche Farbe hebt sich gegen das unregelmäfsig krystallinische und grau gefärbte Steinsalz sichtbar ab. Daneben tritt auch Anhydrit in kleinen, wasserklaren Prismen auf. Nach *Bischof* enthält die Region durchschnittlich etwa

65 *Pzt.* Steinsalz,
17 „ Kieserit,
13 „ Carnallit,
3 „ Chlormagnesiumhydrat,
2 „ Anhydrit.

Beim Übergange aus der Polyhalitregion zeigen sich eigentümlicher Weise einzelne Bänke, die Carnallit und Kieserit führen und aus

30,5 *Pzt.* Anhydrit,
25,1 „ Kieserit,
44,4 „ Carnallit

bestehen, so dafs man die Salze, da die Masse homogen erscheint, als eine Verbindung aus 3 *Mol.* Anhydrit, 2 *Mol.* Kieserit und 1 *Mol.* Carnallit ansehen könnte. In den höheren Bänken tritt jedoch das schwefelsaure Calcium ganz zurück und neben Steinsalz findet sich nur Kieserit mit dünnen Lagen von Carnallit, die beim Übergange zu der folgenden Region an Mächtigkeit zunehmen.

Die Carnallitregion und oberste Abteilung des Lagers tritt in wechselnder Mächtigkeit von 25 bis 42 *m* auf. In ihr wiegt der Car-

Digitized by Google

nallit vor, das Doppelchlorid von Kalium und Magnesium ($KCl.MgCl_2.6H_2O$), dem wichtigsten Vertreter der Mutterlaugensalze. Den Carnallit begleiten sowohl in den eigenen Lagen als auch an verschiedenen Stellen der in der Region auftretenden Schichten eine Anzahl von Mineralien, die teils von einer späteren ursprünglichen Bildung, teils jedoch von einer späteren Umbildung der ursprünglich abgelagerten Salze herrühren, wenn auch die Merkmale einer derartigen Unterscheidung nicht immer sicher festzustellen sind.

Die Region besteht im Durchschnitt aus etwa

55 *Pzt.* Carnallit,
25 „ grauem Steinsalz,
16 „ Kieserit,
2 „ Chlormagnesiumhydrat und Tachhydrit,
2 „ unlöslichen Mineralien wie Anhydrit, Borazit, Thon, Sand, Eisenglimmer.

Von dem verworren krystallinischen, grauen Steinsalz und dem Kieserit heben sich die gleichmäßig durchscheinenden, wasserklar bis rot gefärbten Massen des Carnallits bei glänzendem, muscheligem Bruche scharf ab. Die Färbung des Carnallits läßt zudem die Schichtung der von 0,1 bis 1 *m* in der Mächtigkeit wechselnden Bänken gut erkennen.

In größter Reinheit tritt der Carnallit in einer auf 100 *m* Länge aufgeschlossenen Ablagerung in Leopoldshall auf. Er ist dort frei von Thon und enthält gegen 90 *Pzt.* der chemisch reinen Bestandteile.

Der Carnallit besteht aus

26,76 *Pzt.* Chlorkalium,
34,50 „ Chlormagnesium,
38,74 „ Wasser.

Meistens ist er durch Thon und organische Stoffe grau bis schwarz, oder durch Eisenoxyd, das in Form krystallinischer Schüppchen als Eisenglimmer eingelagert ist, rot gefärbt. Doch auch in den dunkelst gefärbten Stücken ist der Eisengehalt nicht höher als 0,1 *Pzt.* Das spezifische Gewicht des Carnallits ist 1,618, der Bruch ist muschelig. An feuchter Luft zerfließt er, in Wasser ist er leicht löslich, er bildet sich nur aus einer Chlorkalium haltigen Chlormagnesiumlösung, die mindestens 25 *Pzt.* Chlormagnesium enthält. Die Zerfließlichkeit des natürlichen Salzes wird durch die Anwesenheit von Chlorcalcium befördert. Der gewöhnliche Carnallit enthält

nach *Rose*	*v. Oesten*	*Schwert*	
24,27	24,27	27,41	Chlorkalium,
31,46	30,51	36,03	Chlormagnesium,
2,62	3,01	—	Chlorcalcium,
5,10	4,55	0,23	Chlornatrium,
0,84	1,26	1,14	schwefelsaures Calcium,
0,14	0,14	—	Eisenoxyd,
35,57	36,26	36,33	Wasser.

Digitized by Google

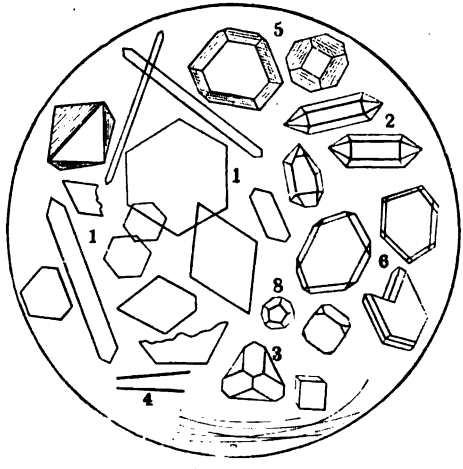
Den in Wasser unlöslichen Teil des Carnallits bestimmte *Precht*[1]) nach dem Durchschnitt einer aus dem Fördergute zu Neu-Stafsfurt entnommenen Salzprobe zu 1,238 *Pzt.* Er enthielt:

Anhydritkrystalle	0,664 *Pzt.*	
Thon und Sand	0,268 „	
Borazit	0,054 „	
Thonerde	0,159 „	in verdünnter Salzsäure löslich.
Eisenoxyd	0,048 „	
Magnesia	0,037 „	
Kieselsäure	0,008 „	

Zuweilen kommt Schwefel in kleinen Brocken und Schwefelkies in gröfseren Würfeln oder in sehr kleinen, meist mikroskopischen Pentagondodekaëdern vor.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Carnallits hat man eine grofse Anzahl schön krystallisirter Mineralien als Einschlüsse nachgewiesen (vergl. *C. Bischof* und *Ochsenius*) (Fig. 7), nämlich Eisenglimmer in Nadeln, Rhomben und rhomboëdrischen Formen (1). Bergkrystalle mit beiderseitig entwickelten Pyramiden (2), stark lichtbrechende Borazitkrystalle in Form von Hexaëdern und Tetraëdern (3), gelbe, glashelle Krystalle von Alaunstein (nach *Finkener*) und in kochender Salzsäure unlösliche dunkle Nadeln von Rutil (nach *Ochsenius*) (4), nach letzterem auch Löwigit von gelber Färbung (5), ähnliche, jedoch farblose Formen im Hartsalz von Westeregeln erkannte *Pfeiffer* als Gypskrystalle (6). Von *A. Naupert*[2]) wurden später im Carnallit von Douglashall Schwefelkieswürfelchen, rote Bergkrystalle bis zu 1 *mm* Länge, dunkler Eisenglimmer, undurchsichtige Eisenglanzrhomboëder, Löwigitkrystalle, weingelb mit starkem Glasglanz, Schwefel, Bischofit und Tachhydrit beobachtet.

Fig. 7.



Durch die Spektralanalyse sind im Carnallit Rubidium, Cäsium, Thallium und Lithium nachgewiesen. Organische Reste sind

[1]) *Ber. chem. Ges.* 13, 1880, 2326.

[2]) *C. Ochsenius, N. Jahrb. f. Min.* 1889, S. 272; *Chem.-Ztg., Rep.* 1889. S. 186.

Digitized by Google

von *Pfeiffer* nur als zarte, biegsame Fasern aufzufinden gewesen. Daß organische Substanzen vorhanden sind, zeigt sich durch die Ausströmung von Gasen (s. S. 28).

Den Carnallit begleiten folgende Mineralien. Magnesiumhydrochlorid oder Bischofit. Wurde von Borchardt in 2 bis 3 *cm* starken Lagen zwischen Steinsalz- und Kieseritbänken in stänglicher wie Fasergyps abgesonderter Form mit Carnallit in Leopoldshall gefunden und von *Ochsenius* Bischofit genannt[1]). Die Krystallform ist monoklin. Das Mineral besteht nach *König* aus

11,86 *Pzt.*	Magnesium,
35,94 „	Chlor,
54,72 „	Wasser,
101,62 *Pzt.*,	

gemäß der Formel $Mg\,Cl_2 . 6\,H_2\,O$.

Tachhydrit ist analog dem Carnallit zusammengesetzt mit dem Unterschiede, daß Chlorkalium durch Chlorcalcium ersetzt ist, demnach $Ca\,Cl_2 . 2\,Mg\,Cl_2 . 12\,H_2\,O$. Er kommt in wechselnder Menge vor, bildet scharf abgegrenzte Einlagen zwischen anderen Mineralien, wie wenn er nachträglich erst Spalten und Klüfte ausgefüllt hätte. Auch zeigt er sich in rundlichen Massen mit Anhydrit darüber. Seine Farbe ist wachsgelb bis dunkelbraun, er ist klar, durchscheinend bis durchsichtig, sein spezifisches Gewicht = 1,654. Beim Auflösen in Wasser erwärmt sich dieses um 7 bis 8°. Er enthält nach

	Rammelsberg	*Hammerbacher*[2])	
Calcium	7,46	7,302	7,013 *Pzt.*,
Magnesium	9,51	10,021	9,924 „
Chlor	40,34	40,934	40,763 „
Wasser	42,69	42,327	42,669 „
	100,00	100,584	100,369 *Pzt.*

Nach der chemischen Formel ist die Zusammensetzung:

21,46 *Pzt.*	Chlorcalcium,
36,74 „	Chlormagnesium,
41,80 „	Wasser.

Nach *Descloizeaux* krystallisirt das Mineral im rhomboëdrischen System, ist optisch einachsig und nach zwei Richtungen spaltbar.

Sylvin (Schätzelit, Hövelit, Leopoldit), $K\,Cl$, kommt nesterweise in den Kieseriten vor, woraus er sich in ganz reinen Stücken bis zu 2,5 *kg* Schwere ausschlagen läßt, außerdem in dem sogenannten Hartsalz und dem Sylvinit (s. S. 141). In kleinen Mengen war er bisher im Steinsalz von Berchtesgaden und Hallein sowie als vulkanisches Sublimat des Vesuvs, und sonst nur aus Kalusz bekannt. Auf Klüften und in Drusen finden sich wasserhelle, schön ausgebildete Krystalle des

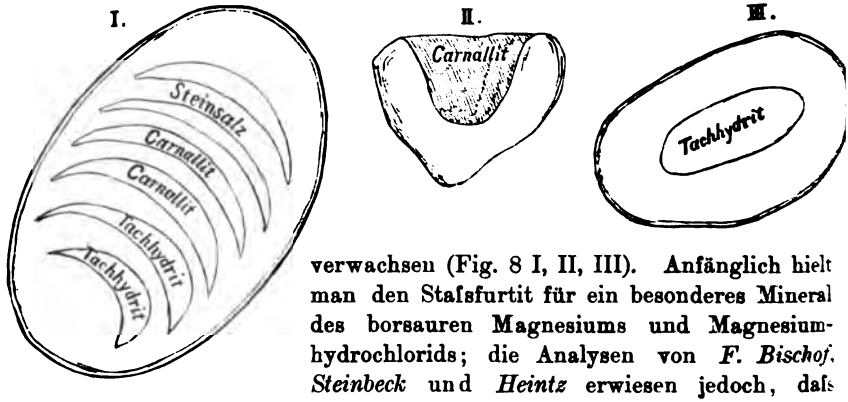
[1]) *C. Ochsenius*, Bildung der Steinsalzlager, S. 126 u. 156.
[2]) Inaug.-Dissert., Erlangen 1875.

Digitized by Google

regulären Systems, meist Würfel mit Abstumpfungen an den Ecken durch das Oktaëder. Er ist mit Steinsalz isomorph. Sein spezifisches Gewicht ist 2,025. Besonders auf dem preufsischen Werke hat man im Steinsalz und Carnallit in Begleitung von derbem Sylvin auch Krystalle von blauer Farbe zusammen mit farblosen gefunden, auch kommt er in Drusenräumen mit *Borazit* zusammen in Verwerfungen unter dem Hangenden vor.

Borazit oder Stafsfurtit ist mehr gleichmäfsig verteilt, kommt jedoch gewöhnlich in Knollen von mikroskopischer Kleinheit und vereinzelt auch bis zu Kopfgröfse vor. Er ist feinkörnig bis dicht, von ebenem oder splitterigem Bruch und hat ein spezifisches Gewicht von 2,667. Seine Farbe ist schneeweifs, ähnlich wie Kreide, zuweilen kommen auch gelbe, grüne, graue und braune Färbungen vor. In den Knollen zeigt sich das Mineral mit Steinsalz, Carnallit und Tachhydrit oft eigentümlich

Fig. 8.



verwachsen (Fig. 8 I, II, III). Anfänglich hielt man den Stafsfurtit für ein besonderes Mineral des borsauren Magnesiums und Magnesiumhydrochlorids; die Analysen von *F. Bischof*, *Steinbeck* und *Heintz* erwiesen jedoch, dafs Borazit und Stafsfurtit heteromorphe Abänderungen derselben Verbindung sind. Die Borazitkrystalle gehören dem regulären System an und zeigen tetraëdrische Hemiëdrie, und zwar den Würfel mit Tetraëder und Rhombendodekaëder. Borazit war früher von *O. Volger*[1]) im Anhydrit von Lüneburg gefunden worden. Die an diesen trotz ihrer Zugehörigkeit zum regulären System beobachtete doppelte Lichtbrechung sollte aus einer beginnenden Zersetzung zu erklären sein.

Nach *Heintz* ist die Zusammensetzung des Stafsfurtits

	gefunden	berechnet	
Chlormagnesium . . .	11,05 *Pzt.*,	10,61 *Pzt.*	= 1 $MgCl_2$,
Magnesia	26,27 „	26,82 „	= 6 MgO,
Borsäure	62,06 „	62,57 „	= 8 B_2O_3,
Wasser	0,54 „		
Eisenoxyd	0,08 „		
	100,00 *Pzt.*	100,00 *Pzt.*	

[1]) *Ann. d. Phys.* 1854, **92**, 77.

Digitized by Google

Nach dieser Zusamensetzung hat man dem Mineral die Formel $2\,Mg_3B_8O_{15}\,.\,MgCl_2$ gegeben. Diese empirische Formel entspricht jedoch nicht dem Typus der borsauren Salze. Wie *Kosmann*[1]) ausführt, tritt in den beständigen borsauren Salzen als Säure immer die Tetraborsäure $H_2B_4O_7$ auf, so dafs demnach der Borazit und Stafsfurtit, wenn man diese Säure zu Grunde legt, mit der Formel $4\,MgB_4O_7\,.\,2\,MgO\,.\,MgCl_2$ bezeichnet werden mufs, demnach ein basisches Salz ist, indem dem normalen borsauren Salze 2 *Mol.* Magnesia und 1 *Mol.* Chlormagnesium durch innere Bindung angegliedert sind. Es erklärt sich daraus, warum das Chlormagnesium als eine in Wasser nicht lösliche Verbindung in dem Mineral vorhanden ist.

Den für Borazit gehaltenen, in siedendem Wasser unlöslichen Rückstand von ausgewählten Stücken des Stafsfurtits fand *Precht*[2]) wie folgt zusammengesetzt:

	aus Carnallit	Kainit	nach der Formel berechnet
Magnesia	30,78	31,04	31,28
Chlor	8,59	8,59	7,92

Wohlausgebildete Krystalle von Borazit und Eisenborazit (s. folgendes Mineral) fand man in Douglashall in den Löserückständen des Carnallits[3]).

Die jüngeren Carnallitschichten sind dabei nach *Naupert* reicher an Boraziten als die älteren. Die Krystalle zeigten die Formen des Würfels und Rhombendodekaëders bis zu 3 *mm* Gröfse und waren wasserhell bis hellgelb.

Der Eisenstafsfurtit ist eine von *F. Bischof*[4]) nachgewiesene Abart des Stafsfurtits. Es ist darin 1 *Mol.* des borsauren Magnesiums durch 1 *Mol.* borsauren Eisens ersetzt. Im frischen Bruche hat das Mineral eine hellgrünlich graue Farbe, die jedoch infolge der Oxydation des Eisenoxyduls bald ins Gelbe übergeht. In reinem Zustande hat er das spezifische Gewicht 3,09 und enthält nach der Formel

$$\left.\begin{matrix} Mg_3B_8O_{15} \\ Fe_3B_8O_{15} \end{matrix}\right\} MgCl_2 = Mg_3Fe_3B_{16}O_{30}\,.\,MgCl_2$$

			nach *Bischof*
$Mg_3B_8O_{15}$	= 400	= 40,37 *Pzt.*,	42,42 *Pzt.*,
$Fe_3B_8O_{15}$	= 496	= 50,05 „	47,50 „
$MgCl_2$	= 94,92	= 9,58 „	10,08 „
	990,92	100,00 *Pzt.*	100,00 *Pzt.*

Die im Carnallit von Douglashall von *A. Naupert* in den Jahren

[1]) Über die Bildung basischer Salze, *Z. d. deutsch. geol. Ges.* 1870, **42**, 787.
[2]) *Ber. d. chem. Ges.* **14**, 2134.
[3]) *C. Ochsenius, N. Jahrb. f. Min.* 1889, S. 271; *Chem.-Ztg., Rep.* 1889, S. 186.
[4]) Die Steinsalzwerke bei Stafsfurt, II. Aufl. 1875, S. 53.

Digitized by Google

1885 bis 1888 beobachteten Krystalle von Eisenborazit waren licht- bis dunkelgrün, bis zu 5 *mm* grofs und vorherrschend nach dem Tetraëder gebildet.

Die Verschiedenheit im Eisengehalte — die Krystalle von Douglashall wiesen nur 7,9 *Pct. FeO* auf — lassen nach *Ochsenius* (a. a. O.) darauf schliefsen, dafs eine besondere Mineralspezies hier nicht vorliegt.

Diese und die im Kainit (s. S. 144) aufgefundenen borsauren Salze lassen die grofse Mannigfaltigkeit der durch polymere Verbindung ermöglichten Mineralzusammensetzungen erkennen.

Der Reichardtit[1]), der ebenfalls der Carnallitregion angehört, ist ein dichtes, grau gefärbtes Bittersalz von der Zusammensetzung $MgSO_4 . 7 H_2O$. Er findet sich besonders im Hangenden unter dem Salzthon weit verbreitet, jedoch immer nur in dünner Schicht und ist vielleicht aus dem Kieserit durch Wasseraufnahme entstanden.

Umwandlungsprodukte in der Carnallitregion finden sich besonders in den dem Rogensteinsattel sich nähernden Schichten. Hereindringende Wasser verursachten Lösungs- und Auslaugungsprozesse, die zur Entstehung einer Reihe secundärer Salzgebilde Anlafs gaben. Einige davon haben infolge ihrer Beschaffenheit und ausgedehnten Verbreitung eine hohe Bedeutung für die chemische Industrie und als Handelsprodukt erlangt. Bei diesen Umwandlungsprozessen hat man sich zu vergegenwärtigen, dafs mit dem Carnallit Steinsalz und Kieserit verwachsen sind, in denen das Chlornatrium und schwefelsaure Magnesium eine geringere Löslichkeit haben als Chlormagnesium und Chlorkalium. Diese Verschiedenheit der Löslichkeit konnte zu Umsetzungen und Neubildungen Anlafs geben. Auch in der Kieseritregion sind später Umbildungen beobachtet und Umwandlungsprodukte gefunden worden.

Das wichtigste und verbreitetste jener secundären Salze ist

Der Kainit, dessen chemische Zusammensetzung entweder durch die Formel $K_2SO_4 . MgSO_4 . MgCl_2 . 6 H_2O$ oder jetzt in der Regel und richtiger durch die Formel $MgSO_4 . KCl . 3 H_2O$ bezeichnet wird. In reinem Zustande ist er vollkommen weifs, sonst grau, gelblich bis rötlich. Die Härte ist 2,5, das spezifische Gewicht ist 2,131. Drusenkrystalle zeigen tafelförmige Gestalt und gehören dem monoklinen Systeme an[2]). Er ist leicht in kaltem und heifsem Wasser löslich. Aus den Lösungen in Wasser und auch in wässerigem Alkohol scheidet sich Pikromerit (s. S. 141) ab.

Die Analysen fallen, da viele andere Mineralien mit im Kainit vorkommen, sehr verschieden aus, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

---

[1]) *B. u. H.-Ztg.* 1875, S. 144, 205.

[2]) *Groth, Ann. Phys.* 137, 442; *A. Frank, Ber. d. chem. Ges.* 1, 122; *Chem. Centralbl.* 1870, S. 144.

Digitized by Google

	Mittel zweier Analysen von *Hammerbacher*	nach *Graf*	nach *E. Reichardt*		nach der Formel berechnet
			grauer Kainit	farbloser Kainit	
Magnesium . . .	18,535	11,82	14,911	9,653	16,1
Kalium	13,958	17,83	14,083	10,790	15,7
Chlor	12,901	19,69	18,788	33,443	14,3
Schwefelsäure . .	34,690	28,09	30,922	23,623	32,2
Wasser	20,815	18,52	(19,126)	10,344	21,7
Natrium	—	2,96	3,00	13,041	—
Unlösliche Teile .	—	—	—	0,644	—
Calcium	—	0,11	—	—	—
	100,899	99,02	100,83 (81,704)	101,538	100,0 *Pzt.*

Auf dem Lager ist der Kainit stets mit Chlornatrium verwachsen, so dafs die Zusammensetzung im Durchschnitt wesentlich anders ist, z. B. nach der älteren Formel

	in Leopoldshall		in Neustafsfurt (nach *Precht*)
Schwefelsaures Kalium . .	23,36	25,72	24,0
„ Magnesium .	13,47	12,97	16,5
Chlormagnesium	13,40	14,76	13,0
Wasser	13,40	12,40	14,0
Chlornatrium	34,70	29,10	31,0
Schwefelsaures Calcium . .	1,48	4,10	1,5
Thon u. Unlösliches . . .	1,08	1,02	
	100,89	100,07	100,0

Die zweite von *Rammelsberg* gegebene Formel wird als die richtigere der wirklichen Zusammensetzung entsprechende anzunehmen sein, da sich nach dem *Berthelot*schen Gesetze immer diejenige Verbindung herausbilden mufs, welche die gröfste Wärme entwickelt. In dieser Beziehung hat aber die Verbindung KCl vor der Verbindung K_2SO_4 den Vorrang. Auch ist zu beachten, dafs aus dem Kainit kein Chlormagnesium durch absoluten Alkohol ausgezogen wird, wie dies beim Carnallit und anderen Chlormagnesium haltigen Salzverbindungen der Fall ist[1]) (s. S. 73, Chlormagnesiumbestimmung nach *Wiernik*). Der Formel $MgSO_4 . KCl . 3H_2O$ entspricht die Zusammensetzung

Chlorkalium	29,98
Schwefelsaures Magnesium	48,29
Wasser	21,73

Diese Salze lassen sich als isomere Abstammungsgebilde des Magnesiumhydrochlorids ($MgCl_2 . 6H_2O$) erklären[2]).

Im Anhaltischen Werke bei Leopoldshall bildet der Kainit in den obersten, den Carnallit überdeckenden Lagen mächtige Bänke, ebenso auf den Gruben bei Neustafsfurt, Vienenburg und Aschersleben (siehe Fig. 9, 10 und 11).

Als zweites wichtiges Umwandlungsprodukt ist das Hartsalz zu nennen, ein Gemenge von Kieserit, Steinsalz und Chlorkalium, das, in

[1]) *Z. f. anal. Chem.* 1879, S. 438. *P. J.* 1879, **234**, 79 Not.
[2]) *Kosmann* in *Muspratt, Technische Chemie,* 1892 **4**, 1024.

Digitized by Google

Leopoldshall und Westeregeln gefunden, später auch noch in neueren Aufschlüssen nachgewiesen worden ist. In Douglashall treten die Hart-

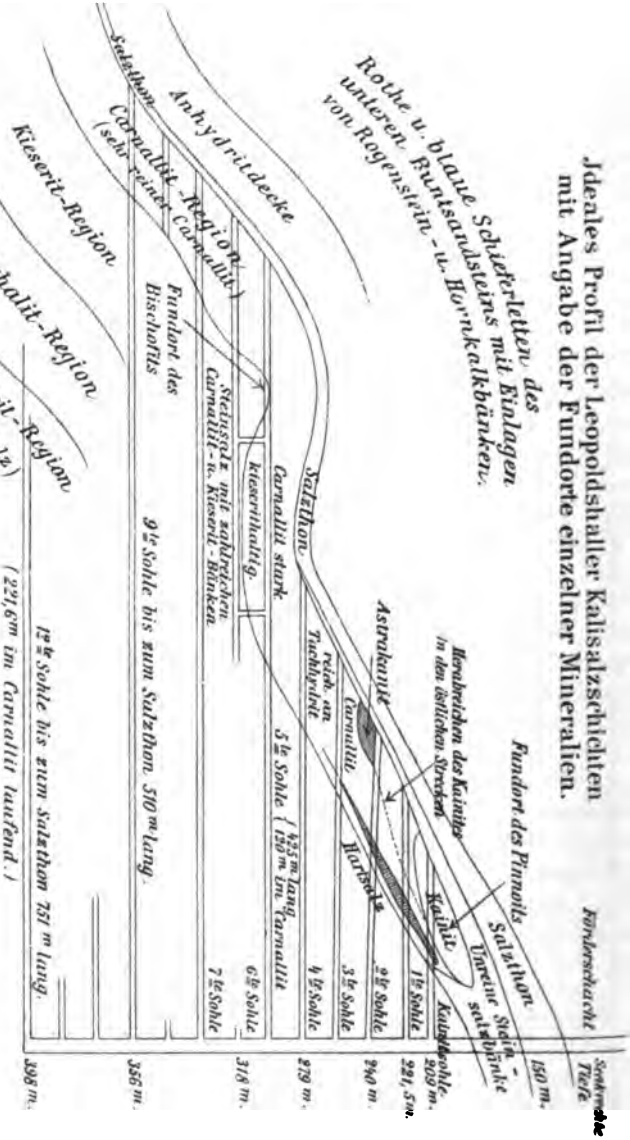


Fig. 9.

salze in Schichten bis zu 1 *m* Mächtigkeit auch in der Kieseritregion und zwar mit Kainit verwachsen auf [1]).

[1]) *Ochsenius, N. Jahrb. f. Min.* 1889, S. 272.

Digitized by Google

Das Hartsalz besteht nach *Pfeiffer* etwa aus

20 *Pzt.* bläulich bis braunrot gefärbtem Sylvin,
30 bis 40 *Pzt.* Steinsalz,
30 „ 40 „ Kieserit,
3 „ 8 „ Anhydrit,
1,5 „ 2 „ Chlormagnesium.

In neueren Vorkommen von Douglashall fand *A. Geserick* (*Ochsenius* a. a. O.) im Durchschnitt:

46,1 bis 58,4 *Pzt.* schwefelsaures Magnesium,
23,6 „ 23,7 „ Chlorkalium,
19,0 „ 7,6 „ Chlornatrium,
3,0 „ — „ Chlormagnesium,
7,9 „ 9,9 „ Wasser,
0,2 „ — „ Unlösliches.

In Leopoldshall fand sich das Hartsalz im Liegenden des Kainits in der Form einer flachen Linse bis zu 4 *m* Stärke (s. Profil Fig. 9 a. v. S.).

Ferner gehört der Sylvinit zu den Umbildungserzeugnissen. Er ist ein Gemenge von Chlornatrium und Chlorkalium. Seine Entstehung mag sich dadurch erklären, dafs bei der Einwirkung von Wasser der Kieserit in leichter lösliches Bittersalz umgewandelt und dieses dann ebenso wie das leicht lösliche Chlormagnesium weggeführt wurde, so dafs nur Chloride von Natrium und Kalium zurückblieben.

In Leopoldshall und Aschersleben bildet dieses Salz 30 *cm* starke Bänke und wird bergmännisch gewonnen (s. Profil Fig. 10).

In diesen drei Hauptumwandlungsgebilden Kainit, Hartsalz, Sylvinit sind infolge von weiteren Umbildungen eine Reihe von Mineralien entstanden, die in jenen gefunden werden. Es sind zu nennen:

Schönit oder Pikromerit ($MgSO_4 . K_2SO_4 . 6H_2O$), das schwefelsaure Doppelsalz von Kalium und Magnesium, das sich bildet, wenn schwefelsaures Magnesium und Chlorkalium in Wechselwirkung treten. Den Namen trägt es nach dem Berggeschworenen *Schöne* zu Leopoldshall. Es kommt im Kainit vor, auf diesem in Krusten aufsitzend. Es ist in kaltem Alkohol unlöslich. Seine Zusammensetzung ist nach *Reichardt*:

Kali	22,815	23,285
Magnesia	11,564	10,405
Schwefelsäure	38,519	39,738
Wasser	26,290	26,868
Chlor	0,812	0,277

Langbeinit, mit vorstehendem verwandt, von der Zusammensetzung $K_2SO_4 . 2MgSO_4$ mit 42,07 *Pzt.* K_2SO_4 und 57,93 *Pzt.* $MgSO_4$. Es wurde von *Zuckschwerdt*[1]) in Bohrkernen von Wilhelmshall am Huy entdeckt. Analysen ergaben bei

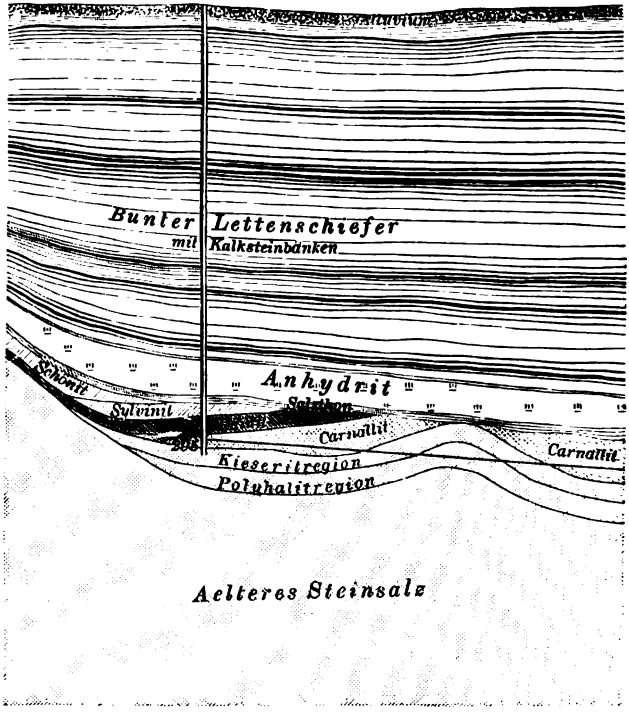
[1]) *Z. f. angew. Chem.* 1891, S. 356.

Digitized by Google

	wasserhellen Krystallen	grauweißen Krystallen
schwefelsaures Kalium	41,30 *Pzt.*	38,99 *Pzt.*,
„ Magnesium	58,20 „	58,55 „
„ Calcium	— „	0,57 „
Chlormagnesium	0,22 „	0,55 „
Magnesia	0,08 „	0,13 „
Chlornatrium	— „	0,43 „
Wasser	0,20 „	0,78 „
	100,00 *Pzt.*	100,00 *Pzt.*

Mittels gesättigter kalter Bittersalzlösung ließs sich das Mineral von begleitendem Steinsalz trennen. Es bildet farblose, wasserhelle

Fig. 10.



oder grauweiße, glasglänzende Krystallmassen von muscheligem Bruch. Seine Härte ist 3 bis 4, das spezifische Gewicht 2,86. In Wasser ist es langsam, aber reichlich löslich. Den Namen erhielt es zu Ehren des Kommerzienrates *Langbein* in Leopoldshall. Nach *Precht*[1]), der das Mineral künstlich darstellte, bildet es sich, wenn schwefelsaures

[1]) *Chem. Ind.* 3, 418.

Digitized by Google

Kalium neben überschüssigem schwefelsaurem Magnesium bei Siedehitze aus einer konzentrirten Chlormagnesiumlösung abgeschieden wird.

Astrakanit oder Blödit ($Na_2SO_4 . MgSO_4 . 4H_2O$) wurde von *Borchardt* in Leopoldshall am Ausgehenden des Kainits entdeckt und von *Geserick* (s. S. 141) auch im Kieserit von Douglashall gefunden. Die grofsen, formenreichen Krystalle kommen in Drusen vor und gehören dem klinorhombischen Systeme an. Die Übereinstimmung mit dem Blödit von Ischl und dem Astrakanit wurde von *Groth*[1]) erkannt, auch von *Zincken*, *Hintze* und *G. vom Rath* beschrieben. Seine Härte ist 3,5, das spezifische Gewicht 2,223 bis 2,28. Seine Zusammensetzung ist

	nach *Reichardt*	nach *Lossen*	nach der Formel berechnet
Natron	18,24	18,50	18,60
Magnesia	12,64	11,96	12,14
Schwefelsäure	47,69	47,97	47,79
Wasser	21,66	21,44	21,47
	100,23	99,87	

Daude fand es dem Astrakanit gleich zusammengesetzt, für den von Douglashall bestimmte *Geserick* (a. a. O.) folgende Zusammensetzung:

	Geserick	*Daude*	Astrakanit *Göbel*	Blödit *v. Hauer*
Schwefelsaures Natrium	34,3	44,48	41,73	41,02
„ Magnesium	30,5	34,38	35,81	36,36
Wasser	17,7	21,50	21,95	21,50
Chlormagnesium	—	—	0,34	—
Chlornatrium	12,0	—	—	0,50
Schwefelsaures Kalium	5,3	—	—	—
Unlösliches	0,2	—	—	—
	100,0	100,36	99,83	99,38

Das Mineral ist identisch mit dem Löweït von *Haidinger* und dem Simonyit von *Tschermak*. Erst bei 160° giebt es Hydratwasser ab, bei 180 bis 190° verliert es 17 *Pzt.* Wasser. 100 *Tle.* Wasser von 18,75° *C.* lösen 45,63 *Tle.* des krystallisirten Salzes.

In dem Astrakanit der Kieseritregion fand *Geserick*[2]) ferner ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kalium-Natrium in völlig ausgebildeten, rhomboëdrischen, bis zu 2 *cm* grofsen Krystallen. Das Mineral ist durchsichtig bis durchscheinend, von gelblichgrauer Farbe und fettartigem Glanze. In Wasser ist es löslich. Vielleicht ist es mit Glaserit oder Arcanit (K_2SO_4) identisch oder isomorph. *Geserick* hat folgende Zusammensetzung ermittelt:

---

[1]) *N. Jahrb. f. Min.* 1871, S. 856.
[2]) *Ochsenius, N. Jahrb. f. Min.* 1889, S. 272.

Digitized by Google

Schwefelsaures Kalium	66,5	58,7	67,3 *Pzt.*
„ Natrium	22,0	19,5	18,2 „
„ Magnesium	—	3,4	— „
Chlornatrium	10,1	14,4	11,6 „
Wasser	1,0	3.9	2,9 „
Unlösliches	0,4	0,1	— „

Von borsauren Salzen fanden sich in den Kainiten:

Pinnoit, ein basisches, borsaures Magnesiumsalz, das in den höheren Schichten des Kainits in Knollen mit Stafsfurtit verwachsen auftritt. Es wurde im Jahre 1884 von *Staute*[1]) in dem Borazithaufwerk von Stafsfurt entdeckt und nach dem Oberbergrat, jetzigen Berghauptmann *Pinno* so benannt.

Die Knollen zeigen auf der Bruchfläche einen ebenen, schwach schimmernden Bruch und versteckte Faserung. Die Farbe des Minerals ist schwefel- bis strohgelb, zuweilen pistaziengrün. Auch in Leopoldshall fand man 1885 schwefelgelben Pinnoit, später fand ihn *W. Feit* auch in Schmidtmannshall. Die Härte ist 3 bis 4, das specifische Gewicht 2,27. Analysen ergaben

	nach *H. Staute*	nach *A. Strohmeyer*		nach der Formel berechnet
Magnesia	24,45	24,19	24,07	24,39 *Pzt.*
Borsäure	42,50	42,68	42,85	42,68 „
Wasser	32,85	32,50	32,50	32,93 „
Eisen	0,15	0,23	0,21	— „
Chlor	0,18	0,40	0,37	— „
	100,13	100,00	100,00	100,00 *Pzt.*

Man hat danach die Formel $MgO.B_2O_3 + 3H_2O = MgB_2O_4.3H_2O$ abgeleitet. Da indessen nach *Kosmann* eine Tetraborsäure anzunehmen ist, so hat die Formel

$$MgB_4O_7.MgO.6H_2O$$

zu lauten.

Kocht man Pinnoit mit Wasser, so erhält man ein alkalisch reagirendes Filtrat und einen flockigen Niederschlag, der sich beim Erkalten wieder auflöst. Nach *Pfeiffer* ist der Pinnoit als aus Stafsfurtit entstanden anzusehen. Durch Einwirkung einer Salzlösung ist das Chlormagnesium und ein Teil des borsauren Magnesiums, jedoch mehr Borsäure als Magnesia, weggeführt und statt dessen Wasser aufgenommen worden.

Kaliborit oder Heintzit ist ein von *W. Feit*[2]) zuerst im Jahre 1889 in dem Borazithaufwerk von Schmidtmannshall beobachtetes Mineral und wurde mit Pinnoit zusammen in weifsen Knollen mit traubiger Oberfläche gefunden und von *Feit* mit dem Namen Kali

[1]) *Ber. d. chem. Gesellsch.* 1884, **17**, 1584; *Chem.-Ztg.* 1884, S. 1217.
[2]) *Chem.-Ztg.* 1889, S. 1188.

Digitized by Google

borit belegt. *Luedecke* zu Halle a. S.[1]) fand in einem Knollen von Leopoldshaller Pinnoit gypsähnliche, wasserhelle, durchsichtige Krystalle von hervorragender Spaltbarkeit und bezeichnete das Mineral als Heintzit. Die nahezu gleiche chemische Zusammensetzung liefs *Feit* auf die Identität beider Mineralien schliefsen[2]).

Als Bestandteile wurden ermittelt:

	nach *W. Feit*, Schmidtmannshall	*H. Luedecke*, Leopoldshall	letztere von *Feit* umgerechnet[3])
Kali	6,48	7,39	7,39
Magnesia	12,06	12,23	12,23
Borsäure	57,46	60,53	56,29
Wasser	24,00	19,85	24,09
	100,00	100,00	100,00

Hieraus leitete *Feit* die Formel ab:

$$K_4 Mg_9 B_{48} O_{83} + 39\, H_2 O = 2\, K_2 B_6 O_{10} \cdot 9\, Mg B_4 O_7 \cdot 39\, H_2 O.$$

In Wasser zerfällt der Kaliborit zu einem Pulver, das sich unter dem Mikroskop als ein Gemenge von wasserhellen, farblosen, scharfkantigen Körnern darstellt. In Wasser ist es wenig löslich, die Lösung reagirt alkalisch. Das spezifische Gewicht ist 2,05 bis 2,129. *Kosmann* berechnet als molekulare Zusammensetzung des Kaliborits:

1 K_2O	= 94 =	7,46
4 MgO	= 160 =	12,69
10 B_2O_3	= 700 =	55,55
17 H_2O	= 306 =	24,28
	1260 =	99,98

gemäfs der Formel: $K_2B_4O_7 \cdot 4\, MgB_4O_7 \cdot 17\, H_2O$.

Ascharit, nach Ascharia, Aschersleben, benannt, ist von *Feit*[4]) ebenfalls in dem Stafsfurtit von Schmidtmannshall gefunden worden, und zwar als weifse, von Kainit und Steinsalz umschlossene Knollen bis zu über 2 *kg* Schwere, jedoch von auffallend geringem spezifischem Gewichte. Im Wasser bilden sich gröfsere und kleinere Bruchstücke, die sich mit der Hand zu einem sehr feinen Pulver zerdrücken lassen. Das spezifische Gewicht ist nur 1,85 bis 1,95. Von zwei verschiedenen Stücken ergab die Analyse:

	In Wasser löslich: I.	II.
Chlorkalium	0,51	2,33 *Prt.*,
Schwefelsaures Magnesium	0,83	3,76 „
Chlormagnesium	11,68	6,26 „
Chlornatrium	2,07	7,66 „
Borsäure	Spur	Spur
Wasser	16,67	17,79 „

[1]) *Z. f. Krystallographie* 1890, 18, 5.

[2]) *Chem.-Ztg.* 1891, S. 115.

[3]) Die Umrechnung wurde von *Feit* auf Grund neuer Wasserbestimmungen vorgenommen.

[4]) *Chem.-Ztg.* 1891, S. 327.

Digitized by Google

	In Wasser unlöslich: I.	II.
Magnesia	34,14	31,87 *Pzt.*,
Borsäure	28,98	25,55 „
Wasser	5,12	4,78 „

Der beim Behandeln mit Wasser erhaltene Rückstand enthielt bei drei Analysen:

	I.	II.	III.
Magnesia	48,9	48,7	50,1 *Pzt.*,
Borsäure	43,1	43,2	42,1 „
Wasser	8,0	8,1	7,8 „

I. und II. mit heifsem Wasser gewaschen und bei 100° getrocknet, III. mit kaltem Wasser gewaschen und bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet.

Für die Formel $3\,Mg_2B_2O_5 + 2\,H_2O$ berechnen sich

$$MgO = 49{,}38\ Pzt.,$$
$$B_2O_3 = 43{,}21\ „$$
$$H_2O = 7{,}41\ „$$

Die Formel wird bei Annahme von Tetraborsäure zu lauten haben:

$$3\,MgB_4O_7 . 5\,MgO . 4\,Mg(OH)_2.$$

Man hat es danach mit einer weitergehenden Umsetzung des Pinnoits zu thun, indem statt Wasser Magnesia aufgenommen ist.

In der Carnallitregion zeigt sich besonders auch ein Gehalt an Gasen, darunter auch Wasserstoff, die besonders beim ersten Anhauen des Carnallits in neuen Schächten in beträchtlichen Mengen ausströmen und dann an den Ausströmungsstellen Monate lang mit heller Flamme brennen. *Reichardt* führt diese Gase auf die Verwesung organischer Stoffe zurück, während *Precht*[1]) annimmt, dafs sie aus der Zersetzung von Eisenchlorür mit Wasser herrühren.

Die von *Reichardt* im Jahre 1859 aufgefangenen, mit Luft gemischten Gase bestanden aus

I.	II.		
8,26	8,46	*Raumtln.*	Sumpfgas,
2,48	3,07	„	Wasserstoff,
68,33	70,77	„	Stickstoff,
20,93	17,70	„	Sauerstoff,
100,00	100,00	*Raumtln.*	

Bischof fand in 100 *Rtln.* des Stafsfurter Salzes 0,8 *Tle.* Gas und in 100 *Rtln.* Kaliumsalz 7,5 *Tle.* Gas, bestehend aus

85	*Raumtln.*	Kohlenwasserstoff,
3	„	Kohlensäure,
12	„	Sauerstoff und Stickstoff.

Gase, die aus der im Schachte entstandenen Chlormagnesiumlauge ausströmten, bestanden nach *Precht* (a. a. O.) aus

[1]) *Ber. d. chem. Gesellsch.* 12, 557; 13, 2326.

Digitized by Google

93,053	*Raumtln.*	Wasserstoff,
0,778	„	Sumpfgas,
5,804	„	Stickstoff,
0,180	„	Kohlensäure,
0,185	„	Sauerstoff,
	Spur	Kohlenoxyd.

Beim Auflösen des Rohsalzes mittels Dampf entstand aus 100 *Rtln.* Salz 1 *Rtl.* eines widerlich riechenden Gases, das aus

25,7	*Raumtln.*	Kohlensäure,
2,5	„	Kohlenwasserstoff,
3,8	„	Wasserstoff

bestand.

Der Douglasit, ein Eisenchlorür-Kaliumchlorid, das im Salzthon vorkommt, liefert nach *Precht* bei der Zersetzung mit Wasser im Zustande der Erstarrung der Mutterlaugen Wasserstoff gemäfs der Zersetzung:

$$6\,FeCl_2 + 3\,H_2O = 2\,Fe_2Cl_6 + Fe_2O_3 + 6\,H,$$

Während sich im Borazit und Tachhydrit wechselnde Mengen von Eisenchlorür und Eisenchlorid vorfinden, kommt im Carnallit nur wasserfreies Eisenoxyd vor. Dies ist immerhin in solcher Menge vorhanden, dafs sich obiger Formel gemäfs jene beträchtlichen Mengen Wasserstoffgas erklären lassen.

Schwefelwasserstoff wurde im Grubenfelde des Leopoldshaller Salzwerkes bei einer Tiefbohrung neben reinem Schwefel in gröfserer Menge beobachtet[1]). Möglicherweise liegt dabei eine Reduktion von Gyps oder Anhydrit durch organische Stoffe vor.

Das Deckgebirge über den Mutterlaugensalzen wird von Salzthon, Anhydrit und jüngerem Steinsalz gebildet. Der Salzthon liegt in 6 bis 10 *m* Mächtigkeit über den Kaliumsalzen; er ist von Bitumen grau bis schwarz gefärbt und mag sich teils als mechanisch im Wasser schwebender Schlamm, teils infolge von Ausfällung aus den konzentrirten, Chlorsalze enthaltenden Mutterlaugen gebildet und als schützende Decke über den leicht löslichen Salzen abgesetzt haben.

Beim Salzthon unterscheidet man drei Schichten[2]). Die liegendste enthält vorzugsweise schwefelsaures Calcium, die mittlere Magnesia und Thonerde, die obere aufser Thon 40 bis 50 *Pct.* kohlensaures Magnesium. Die Stoffe der untersten und obersten Schicht sind zu einer sehr harten Masse verwachsen, während die mittlere Schicht milde und leicht zerreiblich ist. In dem steil aufgerichteten und ziemlich mächtigen Salzthon der Schächte von Douglashall fand man auf mehrere Meter

[1]) *Precht, Z. f. angew. Chemie* 1891, S. 356.
[2]) *Precht, Chem.-Ztg.* 1882, Nr. 11.

Digitized by Google

Durchsetzungen mit zweierlei Arten von Krystallen, die sich als Pseudomorphosen nach Sylvin und Steinsalz erwiesen [1]).

Zu oberst lagen verschobene weiſse Steinsalzwürfel, die sich als Pseudomorphosen von Steinsalz nach Steinsalz erkennen lieſsen. Es folgten dann groſse, rote, verschobene Steinsalzkrystalle in 2 bis 7 *cm* groſsen verdrückten Hexaëdern mit durch das Oktaëder abgestumpften Ecken. Die von Eisenglimmer gefärbte umhüllende Substanz war Quarz, der nach innen zu schönen Krystallen ausgewachsen war. Von *Weiſs* wurden diese Gebilde als Pseudomorphosen von Steinsalz nach Carnallit erklärt, während *C. Zepharovich* sie von Sylvin ableitete.

Unter dieser Schicht lagerte eine 1 *m* mächtige Bank von krystallisirtem und derbem Glauberit ($Na_2SO_4.CaSO_4$), der mit Anhydrit und Steinsalz verwachsen war und darunter rot gefärbtes Steinsalz mit Lagen von Kieserit und Knollen von Borazit, die den Übergang zu den Kaliumsalzen bildeten.

Der Anhydrit, der über dem Salzthon lagert, ist etwa 40 bis 90 *m* mächtig. Er ist am Liegenden glatt geschichtet, am Hangenden jedoch mehrfach wellenförmig verdickt. Diese Wellen verlaufen in Neustaſsfurt von Südosten nach Nordosten. Da über dem Anhydrit wieder ein Steinsalzlager folgt, so ist er als liegende Schicht dieses Lagers aufzufassen, wie das auch für das erste Lager anzunehmen ist. Der Anhydrit dieses Lagers ist sehr hart, oft von konzentrisch-strahligem Gefüge und von grauer, bläulich schimmernder Farbe. Nach oben hin wird er auf wechselnde Tiefen durch Gyps ersetzt, was sich dadurch erkennen läſst, daſs das Gestein klarer und durchscheinender wird.

Das obere Steinsalzlager ist 40 bis 120 *m* mächtig und schiebt sich in weniger weiter Verbreitung als das untere Lager zwischen den Anhydrit und dem unteren Buntsandstein ein. Es wurde erst 15 Jahre nach der Eröffnung der Steinsalzgewinnung in Staſsfurt auf dem Werke *Neustaſsfurt* (s. S. 107 u. 126) entdeckt, vorher allerdings schon auf der Anlage *Ludwig II.* erbohrt [2]). Man hat es danach auch in dem neueren preuſsischen fiskalischen Schachte *Achenbach*, an mehreren Stellen in Leopoldshall, Bernburg und bei vielen neueren Bohrungen angetroffen. Es kann ihm danach der von *Precht* u. a. ursprünglich eingeräumte örtliche Charakter nicht zugesprochen werden.

Das jüngere Steinsalz [3]) ist gegenüber dem älteren wesentlich reiner, es enthält durchschnittlich 97,5 bis 98,5 *Pzt.* Chlornatrium. Schwache, kaum sichtbare Schnüre von Polyhalit liegen bis zu 30 *cm*

---

[1]) *Ochsenius*, Bildung der Steinsalzlager, S. 84; *Schrader*, *Pr. Z.* 1877, **25**, 326; *Weiſs*, *Z. d. deutsch. geol. Ges.* 1873, **25**, 552; *Z. f. d. ges. Naturw.* **42**, 96; *Jahresber. d. Schles. Ges.* 1873.

[2]) *Prietze*, *Pr. Z.* 1873, **21**, 127.

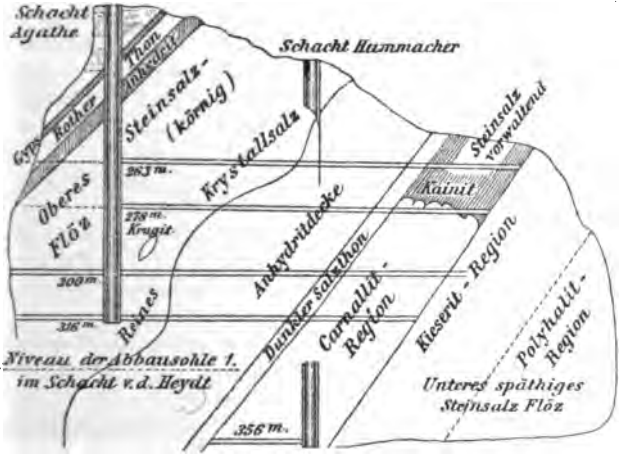
[3]) *B.- u. H.-Ztg.* 1889, S. 30.

Digitized by Google

auseinander (s. Profil Fig. 11). Der obere Teil des Lagers hat eine durch Eisenoxyd veranlaßte, ziemlich gleichmäßige rote Farbe. Einzelne Einlagerungen von Anhydrit und Thon sind regellos darin vorhanden. Die darunter liegende, 25 bis 30 *m* mächtige Bank enthält meist rein weißes, durchsichtiges und anhydritfreies Steinsalz. Nach unten schließt es mit einer dünnen Lage grauen und rötlichen Salzes ab [1]). Die einzelnen Perioden des Absatzes sind in dem farblosen Salze durch trübe, gelblich gefärbte Bänder erkennbar, die neben etwas organischer Substanz die Salze des Polyhalits aufweisen. In Nestern, die zum Teil recht bedeutend sind — eines enthielt 30000 bis 40000 *kg* Substanz —, hat sich neben Einlagerungen von Polyhalit noch ein

Fig. 11.

Schächte von Neustassfurt.



anderes Mineral, der Krugit, gefunden ($K_2SO_4 . MgSO_4 . 4CaSO_4 . 2H_2O$), der als derbe Masse, wie der Polyhalit, meist grau oder gelblich gefärbt ist. Das Mineral läßt sich als ein auf der Umbildung in Anhydrit begriffener Polyhalit ansehen. Entsprechend diesem allmählichen Übergange hat *Staute* in einer Linse des Minerals angeblich ein Salz mit 12 *Mol.* schwefelsaurem Calcium gefunden [2]).

In der folgenden Zusammenstellung sind die Mineralien des Stein- und Kaliumsalzlagers in Gruppen nach den Säuren und innerhalb der Gruppen nach dem Wassergehalte geordnet. Zugleich sind die in 100 *Tln.* enthaltenen Molekularmengen der Verbindungen angegeben.

---

[1]) *Schrader*, *Pr. Z.* 1877, 25, 324.
[2]) *Pfeiffer*, Handb. d. Kaliindustrie, S. 25.

Digitized by Google

Name des Minerals	Chemische Formel	In 100 Gewichtsteilen sind enthalten			Spezif. Gew.
A. Schwefelsaure Salze.					
Anhydritgruppe: Anhydrit	$CaSO_4$	100	schwefels.	Calcium	2,968
Anhydritgruppe: Glauberit	$CaSO_4 . Na_2SO_4$	48,92	„	Calcium	2,75
		51,08	„	Natrium	
Anhydritgruppe: Kaliumnatriumsulfat (Aphthalos?)	$2\,Na_2SO_4 .$ $5\,K_2SO_4$	23,67	„	Natrium	—
		76,33	„	Kalium	
Anhydritgruppe: Krugit	$4\,CaSO_4 .$ $MgSO_4 . H_2O$ $K_2SO_4 . H_2O$	62,22	„	Calcium	2,801
		13,72	„	Magnesium	
		19,93	„	Kalium	
		4,12	Wasser		
Anhydritgruppe: Polyhalit	$2\,CaSO_4 .$ $MgSO_4 . H_2O$ $K_2SO_4 . H_2O$	45,18	schwefels.	Calcium	2,72
		19,93	„	Magnesium	
		28,90	„	Kalium	
		5,99	Wasser		
Anhydritgruppe: Syngenit	$CaSO_4 .$ $K_2SO_4 . H_2O$	41,43	schwefels.	Calcium	2,603
		53,04	„	Kalium	
		5,48	Wasser		
Anhydritgruppe: Gyps	$CaSO_4 . 2\,H_2O$	79,05	schwefels.	Calcium	2,3
		20,95	Wasser		
Anhydritgruppe: Langbeinit	$2\,MgSO_4 .$ K_2SO_4	57,93	schwefels.	Magnesium	2,86
		42,07	„	Kalium	
Kieseritgruppe: Kieserit	$MgSO_4 . H_2O$	87,10	schwefels.	Magnesium	2,517
		12,90	Wasser		
Kieseritgruppe: Astrakanit	$MgSO_4 . 2\,H_2O$ $Na_2SO_4 . 2\,H_2O$	35,93	schwefels.	Magnesium	2,22
		42,51	„	Natrium	
		21,56	Wasser		
Kieseritgruppe: Kainit	$MgSO_4 . 2\,H_2O$ $KCl . H_2O$	48,28	schwefels.	Magnesium	2,14
		29,98	Chlorkalium		
		21,73	Wasser		
Kieseritgruppe: Schönit	$MgSO_4 . 5\,H_2O$ $K_2SO_4 . H_2O$	29,85	schwefels.	Magnesium	2,03
		43,18	„	Kalium	
		26,97	Wasser		
Kieseritgruppe: Reichardtit (Bittersalz)	$MgSO_4 . 7\,H_2O$	48,78	schwefels.	Magnesium	1,70
		51,22	Wasser		
B. Chloride.					
Steinsalz	$NaCl$	100	Chlornatrium		2,20
Sylvin	KCl	100	Chlorkalium		2,025
Sylvinit	$NaCl . KCl$	43,95	Chlornatrium		—
		56,05	Chlorkalium		
Hartsalz	$NaCl . KCl .$ $MgSO_4 . H_2O$	40	Chlornatrium		—
		22	Chlorkalium		
		38	schwefels.	Magnesium	
		5	Wasser		

Digitized by Google

Name des Minerals	Chemische Formel	In 100 Gewichtsteilen sind enthalten		Spezif. Gew.
Douglasit	$2(KCl \cdot H_2O) \cdot FeCl_2$	51	Chlorkalium	—
		40,66	Eisenchlorür	
		8,34	Wasser	
Carnallit	$MgCl_2 \cdot 5H_2O$	34,50	Chlormagnesium	1,618
	$KCl \cdot H_2O$	26,76	Chlorkalium	
		38,74	Wasser	
Tachhydrit	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	21,5	Chlorcalcium	1,671
	$2(MgCl_2 \cdot 5H_2O)$	36,98	Chlormagnesium	
		41,52	Wasser	
Bischofit	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	46,90	Chlormagnesium	1,65
		54,72	Wasser	
C. Borsaure Salze.				
Borazit, Stafsfurtit	$4MgB_4O_7 \cdot$	81,35	borsaures Magnesium	2,95
	$2MgO \cdot MgCl_2$	8,04	Magnesia	
		10,61	Chlormagnesium	
Eisenstafsfurtit	$Mg_3B_8O_{15} \cdot$	40,37	borsaures Magnesium	—
	$Fe_3B_8O_{15} \cdot$	50,05	„ Eisen	
	$MgCl_2$	9,58	Chlormagnesium	
Ascharit	$3MgB_4O_7 \cdot$	55,55	borsaures Magnesium	1,90
	$5MgO \cdot 4Mg(OH)_2$	37,04	Magnesia	
		7,41	Wasser	
Kaliborit	$4(MgB_4O_7 \cdot 4H_2O)$	57,14	borsaures Magnesium	2,08
	$K_2B_4O_7 \cdot H_2O$	18,57	„ Kalium	
		24,28	Wasser	
Hydroborazit	$3(CaB_4O_7 \cdot 3H_2O)$	35,51	borsaures Calcium	2,168
	$3(MgB_4O_7 \cdot 3H_2O)$	32,60	„ Magnesium	
	$(CaO \cdot MgO) \cdot 6H_2O$	3,38	Calciumoxyd	
		2,41	Magnesia	
		26,09	Wasser	
Pinnoit	$MgB_4O_7 \cdot 3H_2O \cdot$	54,87	borsaures Magnesium	2,27
	$MgO \cdot 3H_2O$	12,20	Magnesia	
		32,93	Wasser	

Einen Durchschnitt durch das Stafsfurter Lager in der Lage der neueren Schächte zeigt Fig. 12, S. 152.

Kaliumsalze in der Provinz Hannover.

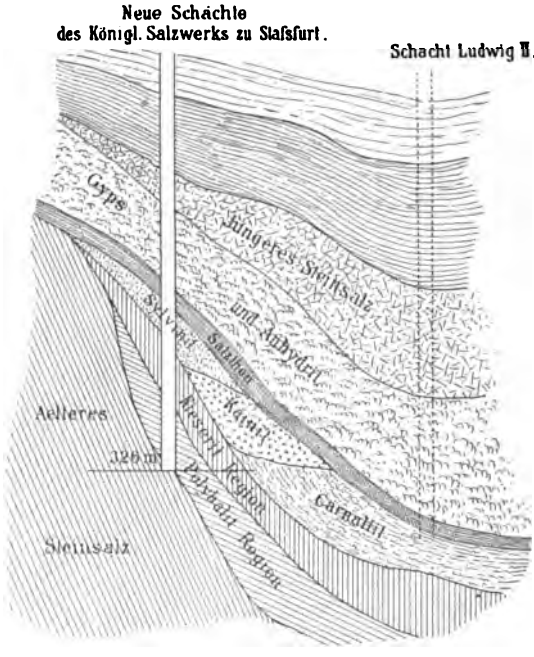
Die übrigen Aufschlüsse in dem norddeutschen Zechstein- und Triasbecken bedürfen zur genaueren Kenntnis der Lagerungsverhältnisse noch weiterer Untersuchungen, bieten indessen auch ohnedies schon des Interessanten genug.

Die Lagerung des Salzgebirges im Leinethale zeigt eigentümliche gestörte Verhältnisse. Man hat es hier nach *v. Könen*, *Wermbter*

Digitized by Google

und *Kloos*[1]) mit einer Sattelbildung zu thun, die in der Sattellinie aufgerissen ist. Die beiden Sattelflügel sind dann in der Weise gegen einander verschoben, dafs in dem südlichen Teile des Sattels der Westflügel, in dem nördlichen Teile der Ostflügel des Sattels tiefer liegt als der Gegenflügel. Südöstlich von Alfeld erhebt sich der Buntsandstein über Meimershausen mit nordöstlichem Einfallen bis zu 280 *m* über dem Meere, während er auf dem südwestlich einfallenden Flügel von den Alluvialbildungen der Leine bedeckt und von Muschelkalk überlagert ist, der in der Höhe noch um 100 *m* gegen den nordöstlichen Flügel zurückbleibt. Nordwestlich von Alfeld steigt dagegen der Buntsandstein unter dem Wellenkalk mit südwestlichem Einfallen bis zu 240 *m* an, während auf dem Gegenflügel jenseits der Leine der Muschelkalk bis an den Flufs herantritt. Unter diesem ist der Buntsandstein in der Thalsohle aufgeschlossen.

Fig. 12.



Im Jahre 1895 wurden bei Klein-Freden im Leinethale von der Kalibohrgesellschaft *Vereinigte Hannover*, die dann in die Gewerkschaft *Hohenzollern* umgewandelt wurde, Bohrungen bis zu 1000 *m* Teufe ausgeführt und dabei folgende Schichten durchfahren:

---

[1]) *A. v. Könen*, Über das Verhalten von Dislokationen im nordwestlichen Deutschland. *Jahrb. d. k. preufs. geol. Landesanst.* f. 1885, S. 57 u. f. *H. Wermbter*, Der Gebirgsbau des Leinethales zwischen Greene und Banteln. *N. Jahrb. f. Min. VII. Beilagebd.*, S. 246. *J. H. Kloos*, Über den geologischen Bau des Hilses. *Verein f. Naturk. in Braunschweig, X. Jahresber., Sitzungsber.* S. 89. — Ders., Die tektonischen Verhältnisse des Norddeutschen Schollengebirges auf Grund der neuesten Tiefbohrungen im Leinethale und bei Hannover, sowie die Gliederung des Salzgebirges daselbst; Festschrift der Braunschw. herzogl. technischen Hochschule zur 69. Versammlung Deutscher Naturforscher u. Ärzte 1897.

Digitized by Google

bis 173 *m*			Buntsandstein, und zwar Rogen- und Kalksandstein bis etwa 144 *m*, dann Lettenschiefer mit Gypseinlagerungen,
- 268 „	= 95	*m*	Gyps und Anhydrit,
- 275 „	= 7	„	Salzthon,
- 285 „	= 10	„	unreiner thonhaltiger Gyps,
- 429,5 „	= 144,5	„	jüngeres Steinsalz, vorwiegend, besonders in den hangenden Teilen grau gefärbt mit schwachen Carnallitlagen,
- 455 „	= 25,5	„	Carnallit mit Borazitknollen, am Liegenden eingesprengte Sylvinkrystalle,
- 476 „	= 21	„	unreines Steinsalz,
- 504 „	= 28	„	Salzthon mit Steinsalzbänken,
- 536 „	= 32	„	Carnallit,
- 617 „	= 81	„	unreines Steinsalz,
- 631 „	= 14	„	Anhydrit mit Carnallitschnüren, auch mit Sylvin und Kieserit in Nestern und linsenförmigen Einlagerungen,
- 633 „	= 2	„	helles Steinsalz,
- 645,5 „	= 12,5	„	Carnallit mit Nestern und einzelnen Krystallen von Sylvin,
- 659 „	= 13,5	„	graues Steinsalz,
- 661,5 „	= 2,5	„	Hartsalze, Gemenge von Sylvin, Carnallit, Kieserit und Steinsalz,
- 682 „	= 20,5	„	Salzthon mit Nestern und Schnüren von Carnallit, mit Kieserit und Einsprengungen von Sylvin, eine Anhydritbank im Liegenden,
- 717 „	= 35	„	rotes Steinsalz,
- 718 „	= 1	„	Carnallit,
- 1000 „	= 282	„	graues (älteres) Steinsalz mit zahlreichen Anhydritschnüren in Wechsellagerung.

Das Einfallen der Schichten schwankte zwischen 45° bis 50°, die ganze Mächtigkeit des Salzlagers berechnet sich danach auf etwa 480 *m*. Das Ergebnis der Bohrung zeigt, dafs auch in jenem so stark gestörten Gebirge die leicht löslichen Salze unter dem Schutze von Gyps, Anhydrit und Salzthon erhalten geblieben sind. Wie *Kloos*[1]) ausführt, bestätigt sich bei diesen Bohrergebnissen überdies die Ansicht, dafs die sekundären Kaliumsalze (Sylvin, Sylvinit u. a.) nicht dadurch nur entstanden sein könnten, dafs Süfswasser nachträglich auf den Spalten des Deckgebirges in ein Carnallitlager eingedrungen seien. Denn wie auch bei anderen Bohrungen festgestellt werden konnte, treten Sylvin und Sylvinitsalze oft ohne eine Spur von Carnallit im jüngeren Steinsalz auf und zwar ohne Beziehung zu irgend welchen tektonischen Verhältnissen.

Ein zweites Bohrloch bei Meimershausen, 3 *km* von Freden, das in dem zu Tage tretenden Gypsstock angesetzt wurde, zeigte wesentlich andere Verhältnisse.

[1]) *a. a. O.* und *Z. f. prakt. Geol.* 1895, Heft 3, S. 118.

Digitized by Google

Unter 17 *m* Lehm, Sand und Gehängeschutt folgten:

bis	75 *m*	= 58 *m*	Buntsandstein,	
„	164 „	= 89 „	Gyps und Anhydrit,	
„	174 „	= 10 „	Salzthon,	
„	195 „	= 21 „	unreiner thonhaltiger Gyps,	
„	506 „	= 311 „	graues Steinsalz mit wenigen Bänken von Anhydrit, der zum Teil flockenartig im Salze verteilt war, bald hell, bald dunkler gefärbt und durchweg kalihaltig.	
„	540,5 „	= 34,5 „	Carnallit mit nesterförmig eingelagertem Steinsalze,	
„	559,2 „	= 18,7 „	Steinsalz mit rötlicher und gelber Färbung,	
„	560 „	= 0,8 „	dichter, dunkel gefärbter Anhydrit,	
„	561 „	= 1 „	zerriebener, schieferiger, schwarzer oder brauner Thon mit Rutsch- und Spiegelflächen, ähnlich dem Gangthonschiefer,	
„	593 „	= 32 „	Buntsandstein, quarzitische Sandsteinplatten, kalkhaltig, in Wechsellagerung mit grünlichem Lettenschiefer.	

Das Wiedererscheinen des Buntsandsteins läfst sich daraus erklären, dafs das Salzgebirge an einer durch jene Thonschicht gekennzeichneten Überschiebung gehoben worden ist.

Eine dritte Bohrung der Gesellschaft im Jahre 1896 am jenseitigen Leineufer auf dem Gegenflügel des Sattels, bei Dehnsen, traf nach der Durchbohrung des Carnallit führenden Salzgebirges bei 882,4 *m* nach einer 0,7 *m* starken Thonschicht ebenfalls wieder auf Buntsandstein in wesentlich flacherer Lagerung (10°), als bei der zweiten Bohrung. Auch hier mag eine mit der ersteren jedoch nicht identische Überschiebung vorliegen.

Einige interessante Profile durch die Gebirgsschichten bei Meimershausen und Dehnsen giebt *Kloos* in der bez. Festschrift S. 258[1]).

Auch bei Banteln, bedeutend weiter im Hangenden, wurde bei einer Bohrung der Bohrgesellschaft *Eime* in einer Teufe von 896 *m* unter einem 200 *m* mächtigen Salzlager wiederum Buntsandstein angetroffen.

Die triasischen Schichten in der nächsten Umgebung von Hannover haben die Thätigkeit der Bohrunternehmer und des Kaliumsalze suchenden Publikums in bedeutendem Mafse angeregt. Der Benther Berg zwischen Benthe und Ronnenberg gehört zu den ansehnlichsten Erhebungen bei Hannover, die Hauptkuppe (Adolfshöhe) erhebt sich 75 *m* über der Thalsohle bei Everloh. Er besteht aus mittlerem und unterem Buntsandstein mit steilem Einfallen, darüber lagert Lößlehm.

Nach *Kloos* liegt hier eine fächerartige Stellung der Schichten vor. Eine bei Benthe ausgeführte Bohrung traf ein völlig gestörtes Gebirge und erst bei 360 *m* Gyps und bei 380 *m* Salzthon mit etwa 30°

[1]) Der Auffassung von *Kloos* über die Lagerungsverhältnisse an den genannten Orten tritt Prof. *v. Könen* in Göttingen im *N. Jahrb. f. Min.* 1898, 1, S. 68 u. f. entgegen. *Z. f. pr. Geol.* 1898, S. 180.

Digitized by Google

Einfallen. Darunter folgte farbiges, meist rotes Steinsalz, das zwar bis zu 6,5 *Pzt.* Chlorkaliumgehalt, aber keine Einlagerungen von Kaliumsalz aufwies.

Bei den weiter östlich gelegenen Bohrungen der Gesellschaft *Benthe* traf man bereits bei 206 *m* auf Steinsalz mit Anhydritbänken und Einlagerungen von sylvinitischen Kaliumsalzen, indem man bis 887 *m* bohrte. Das Einfallen wurde zu 60° bis 70° beobachtet. Auf der Westseite dagegen stiefs die Bohrung unter dem Buntsandstein auf Wellenkalk.

Geologisch gehören die Salzaufschlüsse bei Hannover gleich denen am Nordrande des Harzes dem oberen Zechstein an. Von den Stafsfurter Vorkommen unterscheiden sie sich durch die mindere Regelmäfsigkeit in der Folge von älterem Steinsalz als Basis, Mutterlaugensalzlager darüber und jüngerem Steinsalzlager als Decke. Vielmehr scheint man es mit einem Hauptsalzlager zu thun zu haben, das in den oberen Zonen Anhydrit mit Salzthon und Einlagerungen von Kaliumsalzen führt, die zum Teil sehr wechselnde Zusammensetzung haben. Das Salzlager selbst hat nicht die gleichmäfsige mineralische Beschaffenheit, wie das von Stafsfurt. Geringe Mengen schwefelsaurer Salze, Chlorkalium und Thon sind in der Masse gleichmäfsig enthalten, in der Struktur ist es wechselnd, bald fein, bald grobkörnig, krystallinisch, teils klar, durchsichtig, teils trübe und farbig. Beträchtliche Mengen Schwefelwasserstoff sind darin beobachtet worden. Sowohl in vertikaler als in horizontaler Richtung wechselt die Beschaffenheit, so dafs sich bei benachbarten Aufschlüssen die Einlagerungen von Kaliumsalzen, Anhydrit, Kieserit und Thon in sehr verschiedenem Niveau zeigen. Eine derartige Verschiedenheit zeigte sich sehr auffällig bei zwei Bohrungen am Benther Berge. Die eine war von der Bohrgesellschaft, jetzigen Gewerkschaft *Hansa Silberberg* ausgeführt worden und hatte bei 135 *m* Salzthon, bei 140 *m* Steinsalz und zwischen 260 *m* bis 309 *m* sylvinitische Kaliumsalze angefahren, der Chlorkaliumgehalt war zu 16 und 32 *Pzt.* ermittelt worden. 80 *m* davon setzte die Bohrgesellschaft *Benthe*, jetzige Gewerkschaft *Wallmont* ein Bohrloch an und traf bei 89 *m* Gyps, bei 206 *m* Steinsalz und erst bei 565 *m* kaliumhaltige Salzgemenge von wesentlich anderer und minder reicher Beschaffenheit. Auch die weiteren zahlreichen Bohrungen der *Hansagruppe* haben ähnlich reiche Kaliumsalze wie bei der erst genannten Bohrung nicht mehr gefunden.

Auch die Bohrungen zwischen Lehrte und Hildesheim, wo sich ein vielfach unterbrochener Sattel des Zechsteins und der Trias nebst jüngeren Gebilden hinzieht, zeigen in den durchfahrenen Salzlagern sehr bedeutende Unregelmäfsigkeiten. Die Bohrgesellschaft *Gustavhall*, jetzige Gewerkschaft *Hohenfels*, hatte mit zwei Bohrungen in der Nähe von Wehmingen bei Sehnde ein mächtiges Steinsalzlager, jedoch mit nur unbedeutenden Kaliumsalzeinlagerungen angefahren, mit späteren Bohrungen in dem ausgewaschenen Teile der Sattelspalte erhielt man

Digitized by Google

gute Aufschlüsse von meist sylvinitischen Kaliumsalzen, z. B. bei der Bohrung III in 278 *m* Steinsalz

von	637	bis	697 *m*	60	*m*	Sylvinitlager, zum Teil Hartsalz,
„	730	„	737 „	7	„	Carnallit,
„	752	„	773 „	21	„	Sylvinit (Hartsalze),
„	795	„	815 „	19,5	„	wiederum Sylvinit.

Ebenso hatte das 1000 *m* im Streichen entfernte Bohrloch IV gute Kaliumsalzaufschlüsse. Auf Grund dieser Aufschlüsse ist bei Sehnde eine Schachtanlage der Gewerkschaft in Ausführung.

Immerhin lassen die zahlreichen Aufschlüsse nach *Kloos* noch die Deutung zu, dafs zunächst nur ein oberes, Kaliumsalze führendes Steinsalzlager aufgefunden ist und dafs in gröfserer Tiefe auch noch ein dem Stafsfurter älteren Lager entsprechendes und gleichmäfsig gebildetes Lager ruht.

Auffallend ist bei den hannoverschen Aufschlüssen die Wiederkehr kaliumsalzhaltiger Lager in verschiedenen Teufen, der Wechsel von Steinsalz- und Kaliumsalzlagern und die Einlagerung der letzteren in Steinsalzlagern, so dafs bei den Bohrungen bis drei und mehr Lagerungen von Kaliumsalzen angetroffen werden. Man hat danach jüngere und ältere Lager, jüngere und ältere Kaliumsalze unterschieden. Den jüngeren Salzen spricht *Kloos* keine besondere Bedeutung zu, da sie sich oft nur als nesterartige Einlagerungen ohne gröfsere Flächenausdehnung zeigten; im wesentlichen könne nur von den älteren Lagern eine Nachhaltigkeit erwartet werden.

Ochsenius führt die mehrfache Lagerung auf Störungen zurück, die das ursprünglich in dem Zechsteinbecken ziemlich gleichmäfsig und horizontal wie die Meeresfläche, wie ein Tischtuch über dem Steinsalze ausgebreitete Kaliumsalzlager erfahren habe, so dafs sich Teile des Lagers an vielen Stellen, wie die sich auf einem Flusse zusammendrängenden Eisschollen gegen einander verschoben und über einander geschichtet hätten. Nur Wechsellagerungen der in den Löslichkeitsverhältnissen nahe stehenden Salze (Chlornatrium und Chlorkalium), also von Sylvin und Steinsalz, hält er für möglich [1]).

Die dem Stafsfurter Lager eigentümliche Kieserit- und Polyhalitregion ist bei den Aufschlüssen in Hannover noch nicht nachgewiesen worden und es kann bis jetzt noch als zweifelhaft gelten, ob das unter den bisherigen Kaliumsalzaufschlüssen angefahrene, durch Anhydritlagen gekennzeichnete und deshalb als älteres Steinsalz bezeichnete Salzlager dem Stafsfurter älteren Steinsalzlager entspricht.

Im allgemeinen lagern die Kaliumsalze in Hannover in Teufen von 300 bis 800 *m*, ausnahmsweise ist man am nördlichen Rande der Ablagerung bei Ehmen schon bei 161 *m* auf ein Kaliumsalzlager ge-

[1]) *Kuxenzeitung* 1898, Nr. 66, 68 u. 69.

Digitized by Google

stofsen, das vielleicht als höher gelegene oder auch später herausgehobene Randbildung anzusehen ist.

Wo die überlagernden Deckschichten nicht zerstört sind, trifft man auch im Hannoverschen über den Kaliumsalzlagern als Glieder des oberen Zechsteins Gyps oder Anhydrit mit Steinsalz und Salzthonschichten. Überlagert ist das Salzgebirge von Buntsandstein in sehr verschiedener Mächtigkeit und nicht durchweg konkordanter Schichtung. An vielen Stellen lagert aufserdem der Muschelkalk und der Keuper über dem Buntsandstein und an einigen auch Glieder der jüngeren Formationen: Jura, Kreide, dazu Tertiär, Diluvium, ohne dafs diese dann je in voller normaler Stärke ausgebildet wären. In gröfserer Teufe als bis 800 *m* wird der Zechstein und das Salzgebirge selten einsetzen.

Das bei Salzderhelden und Sülbeck in Teufen von 285 und 350 *m* erbohrte Salzlager gehört anscheinend, wie das bei Luisenhall bei Göttingen in 446,5 *m* Teufe angebohrte Salzlager, einem jüngeren Formationsgliede an und wird von *von Koenen*[1]) und *O. Lang*[2]) gleich dem von Luisenhall, dem Keuper, und zwar von *von Koenen* dem mittleren (Gypskeuper), von *O. Lang* dem unteren Keuper (Lettenkohlenstufe) zugerechnet.

Das einzige bisher in der Provinz Hannover ausgebeutete Lager ist das von der Gewerkschaft Hercynia bei Vienenburg aufgeschlossene. Es liegt an der östlichen Grenze der Provinz in der Fortsetzung des Magdeburg-Halberstädter Beckens, zeigt jedoch bei abbauwürdiger Mächtigkeit der Kaliumsalzlager wesentlich andere Verhältnisse, als die Stafsfurter Aufschlüsse. Zwischen zwei Steinsalzlagern in steiler Stellung liegen drei mineralisch verschiedene Bänke von Kaliumsalzen, zunächst Carnallit mit Kieserit, dann Carnallit ohne Kieserit und schliefslich Sylvin. Das hangende Steinsalzlager wird von Gyps und Buntsandstein überlagert (s. Fig. 13)[3]). Auch Sylvinit und Kainit kommen auf dem Lager vor.

Nach *Ochsenius*[4]) kann die Wesergegend im allgemeinen als die Westgrenze des ehemaligen Zechsteinbusens angesehen werden, an der höchstens noch Randbildungen von Salzniederschlägen erwartet werden können. Bohrungen, die nicht weit von Hardegsen, etwa 18 *km* östlich von der Weser, von der Gesellschaft *Justus I.* ausgeführt worden sind, haben noch Kaliumsalz angetroffen, während in den Bohrungen der Bohrgesellschaft *Hardegsen* in der Nachbarschaft bei über 760 *m* Teufe nur schwache Kaliumsalzvorkommen nachgewiesen werden konnten.

---

[1]) Erläuterungen zur geol. Spezialkarte von Preufsen, Bl. Moringen.
[2]) *B.- u. H.-Ztg.* 1899, 58, 1.
[3]) Nach d. Zeitschr. *Industrie* 1899, Nr. 12.
[4]) Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze, Halle 1877, S. 54. *Industrie* 1898, Nr. 40 u. 44.

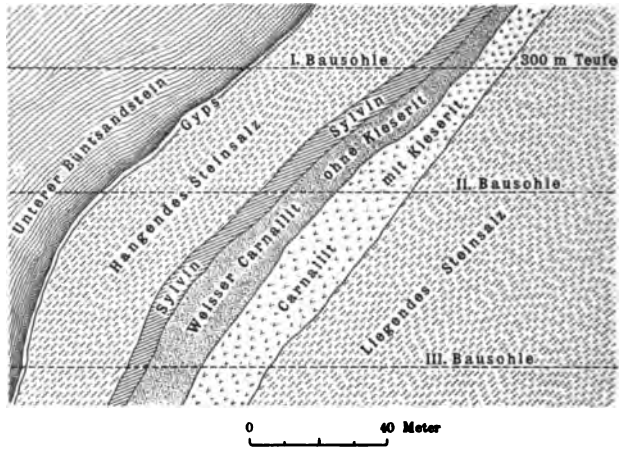
Digitized by Google

Die südöstliche Grenze des Magdeburg-Harzer Beckens, soweit es sich um das Vorkommen von Kaliumsalzen handelt, fällt etwa mit dem Laufe der Wipper zusammen, kreuzt die Saale bei Aderstedt unweit Bernburg, bleibt etwa 10 *km* vom Zechsteinrande des Harzes entfernt und verläuft von Hettstedt über Könnern, Gröbzig nach Paschleben. Südlich davon setzen dann die Funde der Mansfelder Gewerkschaft am Salzigen See im nordthüringischen Becken wieder ein.

Im Nordosten verläuft die Grenze von Magdeburg in der Richtung Flechtingen, Eickendorf. Etwa 6 *km* vom Ausgehenden des Zechsteinrandes haben die Bohrungen an der Aller, bei Behndorf, Walbeck, Weferlingen und weiterhin bei Fallersleben Kaliumsalze nachgewiesen.

Weiter nach Norden läfst sich die Ausdehnung des Zechsteinbeckens nicht verfolgen, da die Schichten unter jüngeren Gebilden verschwinden. Die Untersuchungen machen allerdings an dieser Linie

Fig. 13.



nicht halt. Nördlich von Magdeburg, zwischen Wolmirstädt und Neuhaldensleben, hat eine Bohrung der Gesellschaft *Bismarckshall* bei Vahldorf, die auf einem zu Tage tretenden Gypsrücken angesetzt war, in etwa 315 *m* Teufe Steinsalz angetroffen. Mit einer zweiten Bohrung näher bei Wolmirstädt unweit Samswegen an der Ohre will man die Aufsuchung von Kaliumsalzen weiter betreiben [1]).

Kaliumsalze in Galizien und an anderen Orten.

Nicht annähernd von ähnlicher Bedeutung ist das aufserhalb Norddeutschlands bisher einzig noch aufgefundene beträchtlichere Kalium-

[1]) *Industrie* 1898, Nr. 53.

Digitized by Google

salzvorkommen in Galizien bei Kalusz. Über dieses Vorkommen im Gebiete der Karpathen, wo zuerst Sylvin in abbauwürdiger Menge gefunden worden ist, der seit mehr als 30 Jahren in einem Bergwerke aus zwei Schächten gefördert wird, sprechen sich ein im Jahre 1893 von *Dr. J. Tietze*[1]) gegebenes Gutachten und weitere Mitteilungen aus dem Jahre 1896 ausführlich aus. Vorher ist es von *Niedzwiedzki* beschrieben worden[2]).

Salz wird zu Kalusz seit dem 15. Jahrhundert in dem tertiären Haselgebirge (Miocän), das den faltenreichen Erhebungen des Grünsandsteins (Kreideformation) der Karpathen aufgelagert ist, durch Laugwerke (Sinkwerke), deren gegen 75 vorhanden sind, gewonnen. Das Bergwerk liegt nördlich von Kalusz bei Bania am Siwkaflusse. Da die Schachtsoolen einen Gehalt an Kalium aufwiesen, so regte dies zum Aufsuchen von Kaliumsalzen an. Bei den Untersuchungsarbeiten fand man Sylvin. Die Ausbeutung überliefs man zeitweise einer Privatgesellschaft, später wurde das Bergwerk wieder vom Staate übernommen.

Das Haselgebirge ist Salzthon mit bis zu 50 *Pct.* Chlornatriumgehalt. Das Salz ist darin ziemlich gleichmäfsig verteilt, in den hangenderen Teilen ist es salzärmer, aber mehr in Ansammlungen ausgeschieden und zeigt einen Gehalt an Chlor- und schwefelsauren Salzen des Kaliums und Magnesiums. In diesen oberen, aber nicht in den höchsten Teilen des Haselgebirges treten auch Kaliumsalze für sich auf und zwar seltener Carnallit, häufiger Sylvin und der Masse nach als wichtigstes Salzmineral Kainit.

Das Liegende des Salzthones ist nicht aufgeschlossen, man vermutet, dafs er auf rotem Thon aufliegt. Im oberen Salzthon kommen Sandknollen vor, dann folgen Gyps und Gypsthon. Da diese Wasser führen, so mufs eine Annäherung daran vermieden werden.

Gebaut wird in drei Horizonten bei 48,20 *m*, 75,62 *m* und 108,43 *m* unter dem oberen Tragkranze des Hauptschachtes, aufserdem im Südostfelde noch in 60 *m* Teufe in einem „Mittellaufe".

Die Schichten streichen von *SO* nach *NW* (*hora* 9) und fallen nach Südwest dem Karpathengebirge zu. In oberen Teufen ist das Einfallen 40 bis 50°, in gröfserer Teufe wird es flacher und im dritten Horizonte, in dem Kainitlager nur 20 bis 25°. Der Kainit bildet eine Einlagerung von elliptischem Umrisse, die sich nach oben und Nordost zu verschmälert und auskeilt, nach der Tiefe, also nach Südwest zu verbreitert. Im ersten Horizonte des Hauptschachtes erscheint das Lager nur einige Meter breit, im zweiten Horizonte schon 125 *m* und im dritten Horizonte 225 *m* in streichender Länge, wobei jedoch das Streichen

[1]) Geologischer Vertrauensmann des Österreich. Finanzministeriums. Beiträge zur Geologie von Galizien. *Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt* 1893, S. 89 bis 124: „Die Aussichten des Bergbaues auf Kalisalze in Ostgalizien" und 1896: „Neuere Erfahrungen bezüglich der Kalisalze Ostgaliziens".

[2]) *Z. f. prakt. Geol.* 1895, S. 140.

Digitized by Google

nicht immer geradlinig ist. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 8 und 16 *m* und ist meist 10 bis 12 *m*, übertrifft damit das Leopoldshaller Vorkommen, bleibt aber im Reingehalte hinter diesem zurück. Das Leopoldshaller Salz wird mit 68,5 *Pzt.* reinem Kainit in den Handel gebracht, das von Kalusz hat im Mittel nur 57,8 bis 55,8 *Pzt.*, nach *Niedzwiedzki* ist der Durchschnittsgehalt 65 *Pzt.*, jedoch stellenweise auch reicher, nach *Rücker* und *Rochelt* hat er im zweiten Horizonte nur 61,3, im dritten Horizonte 70,7 *Pzt.* und wird in der Tiefe noch reicher. *John* fand im dritten Horizonte 95,12 bis 95,18 *Pzt.* reine Substanz. Als durchschnittliche Zusammensetzung fand man:

	Im ersten Horizonte	Im zweiten Horizonte
Schwefelsaures Kalium	20,23	19,52 *Pzt.*
Schwefelsaures Magnesium	14,45	15,09 „
Chlormagnesium	11,03	10,64 „
Chlornatrium	27,24	27,53 „
Schwefelsaures Calcium	2,85	0,52 „
Wasser	15,02	16,90 „
Unlösliches	9,18	9,80 „
	100,00	100,00 *Pzt.*

An vielen Stellen legt sich eine Anhydritbank über den Kainit, mitunter liegt zwischen dem Anhydrit und Kainit noch Steinsalz, dann ist der Kainit reiner als sonst. Linsen von Steinsalz finden sich darin, wie überhaupt Steinsalz und Thon beigemengt sind. Nur an wenigen Stellen kommt auch Carnallit im Kainit vor. Geringe Massen (41,97 *Pzt.* Carnallit mit 42,19 *Pzt.* Steinsalz) fand man an zwei Punkten im dritten Horizonte und einem dort angesetzten tonnlägigen Gesenke. Da der Kaluszer Kainit sehr gleichförmig und von dünnschichtiger Struktur ist, so ist es, wie *Niedzwiedzki* hervorhebt, unwahrscheinlich, dafs sich der Kainit, wie es für Norddeutsche Vorkommen angenommen wird, aus Carnallit durch Umwandlung gebildet hat.

Die ganze aufgeschlossene Kainitmasse wird auf 125000 *cbm* = 5 Millionen Centner geschätzt.

Der Sylvin tritt im südöstlichen Grubenfelde in der Streichungsrichtung des Kainits, aber ohne Zusammenhang mit diesem auf. Er ist in allen drei Horizonten, besonders im mittleren, aufgeschlossen. Die Lagerung ist wenig regelmäfsig, nur teilweise geschichtet und zeigt linsenförmige Einlagerungen, einzelne bis zu 33 *m* Stärke, die mitunter seitlich zusammenhängen. Die Mächtigkeit ist durchschnittlich etwa 2 *m*. Der Masse nach kommt er nur etwa dem vierten Teile der aufgeschlossenen Kainitmasse gleich. Eine Fortsetzung nach der Tiefe wird nicht angenommen. Der Gehalt an Chlorkalium war sehr wechselnd, anfänglich 50 bis 60 *Pzt.*; bald nur noch 25 *Pzt.* neben 25 *Pzt* Chlornatrium und 50 *Pzt.* Thon und Anhydrit. Carnallit hat man in

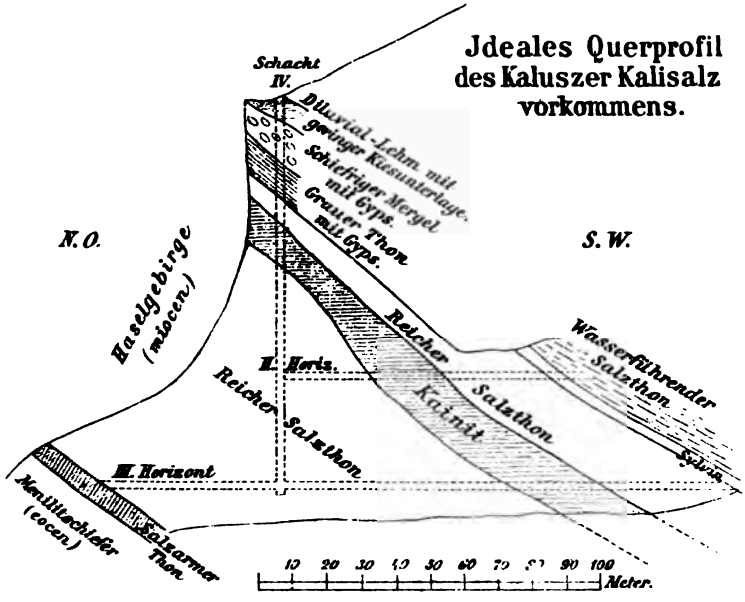
Digitized by Google

Sylvin nicht angetroffen, wohl aber Kainit. Auch für das Sylvinvorkommen nimmt man an, dafs es wohl nicht sekundäre Bildung ist.

Das Kainitlager hat man weiter verfolgt. In streichender Richtung nach Nordwest war das Lager im zweiten Horizonte verschwunden, bei 18 *m* Streckenlänge wurde es wieder in 16 *m* Mächtigkeit angefahren. Auch in einem Gesenke des dritten Horizontes beobachtete man, dafs sich das Lager nach vielen Knicken und Faltungen auskeilte. Einen Durchschnitt durch das Kaluszscher Vorkommen zeigt Fig. 14.

Die Untersuchungen sind auch im weiteren Verlaufe des Salz-

Fig. 14.



gebirgszuges aufgenommen worden. Die Soole auf den galizischen Salinen wies einen beträchtlichen Gehalt an Mutterlaugensalzen auf.

Zu Turzawielka bei Dolina enthält das Salz 15,5 *Pzt.* Nebensalze, darunter 10,2 *Pzt.* schwefelsaures Magnesium, 3,7 *Pzt.* Chlorkalium. Auch zu Morszyn, zwischen Stryj und Bolechów, wo die *Bonifacy*-Quelle als Heilquelle benutzt wird, hat eine 7,02 *pzt.* Soole:

1,23 *Pzt.*	Chlornatrium,	
0,58 „	Chlorkalium,	
1,01 „	Chlormagnesium,	
2,84 „	schwefelsaures	Natrium,
0,61 „	„	Magnesium,
0,11 „	„	Calcium,

Digitized by Google

ähnlich die Saline Stebnik, südöstlich von Drohobycz. Jedoch hat man bei diesen beiden letzteren Orten von Untersuchungen abgesehen.

Bei Turzawielka hat man im Jahre 1894 und 1895 eine 507 *m* tiefe Bohrung ausgeführt. Das mit 200,89 *m* durchfahrene Haselgebirge hatte bei etwa 45° Neigung gegen 140 *m* Mächtigkeit und war sehr salzreich, mit 68 bis 69 *Pzt.* Salz; die obersten $2^1/_2$ *m* hatten nur etwa 65 *Pzt.* Salz (in halber Mächtigkeit war der Salzgehalt sogar 70 *Pzt.*). Nur eine 1,6 *m* mächtige Steinsalzschicht traf man an. In den oberen 123,17 *m* des Haselgebirges fand man kein Kaliumsalz, dann zeigte sich in einer 39,46 *m* mächtigen Schicht Kaliumsalz schon als wesentlicher Bestandteil. Zwischen kaliumhaltigen Lagen schoben sich kaliumfreie von etwa 38,06 *m* Mächtigkeit ein. Die kaliumhaltigen Lagen enthielten 1,19 und 18,38 *Pzt.* Kali (K_2O), im Mittel 9,5, das sind 14,9 Chlorkalium, zum Teil vielleicht als schwefelsaures Salz, daneben kamen schwefelsaure Salze von Natrium, Magnesium, Calcium und häufiger Chlormagnesium vor. Die reicheren Partieen scheinen keine mächtigen Flötze zu bilden. Sie unterscheiden sich durch rötliche oder gelbliche Färbung vom Haselgebirge ohne scharfe Schichtungsgrenzen.

Die Aufschlüsse haben noch keine Abbauwürdigkeit erkennen lassen. Es sollen deshalb noch weitere Bohrungen in der westlichen Streichungsrichtung vorgenommen werden.

Eine unbequeme Konkurrenz droht der deutschen Industrie durch die galizischen Vorkommen nicht.

Der Kaluszer Kainit hat oft bis zu $^1/_3$ Steinsalzgehalt, so dafs der Konsum keinen rechten Aufschwung nehmen will. Des Kochsalzgehaltes wegen kommt der Kainit aus steuerfiskalischen Rücksichten nur unmittelbar von der Werksverwaltung oder besonders konzessionirten Vermittlern in den Verbrauch, wobei kein Verdacht vorliegen darf, dafs etwa noch Kochsalz aus Rohkainit gewonnen wird. Der hohe Monopolpreis des Kochsalzes (9 *fl* für 100 *kg*) könnte dazu verlocken, und man erhielte beim Bezuge von 1 *fl* Kainit Kochsalz im Werte von 2 bis 3 *fl* als Zugabe. Bei dem Preise von 1 *fl* für den Rohkainit bleibt der Gewinn nur gering (1894 etwa 6000 *fl*). Die Gestehungskosten sind, wie überall in Österreich, bei den Monopolpreisen ziemlich hoch und betragen etwa $^1/_2$ *fl* auf 100 *kg*.

Chemisch reiner Kainit hat nur 15 *Pzt.* Kalium (= 35 *Pzt.* K_2SO_4). Der in Kalusz verkäufliche hat nur 10 *Pzt.* Kali (= 18,5 *Pzt.* K_2SO_4), während der Gehalt des in Norddeutschland in den Handel gebrachten 23 *Pzt.* schwefelsaurem Kalium entsprechen soll [1]).

---

[1]) Zu beachten ist, dafs der feste Kainit nicht schwefelsaures Kalium, sondern Chlorkalium enthält, das sich erst bei der Auflösung in Wasser mit schwefelsaurem Magnesium zu schwefelsaurem Kalium und Chlormagnesium umsetzt (s. S. 138). Die Analysen werden indessen in der Regel auf schwefelsaures Kalium berechnet.

Digitized by Google

Die Produktion in Kalusz an Kainit war

1891	240 000 *kg*	davon wurden im Inlande (Galizien) verkauft	240 000 *kg*
1892	2 877 300 „		2 373 100 „
1893	2 464 400 „		1 672 700 „
1894	1 210 500 „		1 134 500 „
1895	1 200 000 „		

Es ist nicht ausgeschlossen, dafs an anderen Orten der Erde noch Kaliumsalze in bauwürdiger Lagerung aufgeschlossen werden.

Nachgewiesen sind Kaliumsalze in Verbindung mit Steinsalzlagern bei Rüdersdorf, Inowrazlaw (s. S. 109), Bachmut, Ostindien und einigen anderen Orten.

Bei dem 12 Werst nördlich von Bachmut gelegenen Steinsalzwerke Nowo-Wieliczka liegt 36,5 *m* unter der Oberfläche eine 9 *m* starke Salzthonschicht, bei 116,7 *m* ein 5 *m* mächtiges Steinsalzlager und 20 *m* tiefer unter Schichten von Thon und Anhydrit ein 2 *m* starkes Steinsalzlager mit Spuren von Kaliumsalzen, darunter ist ein 34 *m* mächtiges Steinsalzlager erbohrt [1]).

In Ostindien führt das Salzlager der Mayogruben im Norden Pendschabs (zur Silurformation gerechnet, s. auch S. 186) in einer 2 *m* mächtigen Schicht Salze, die aus einem Gemenge von Sylvin, Steinsalz und Kieserit bestehen.

Derartige Spuren von Mutterlaugensalzen sind in persischem Steinsalze, sowie in Colorado, südöstlich vom grofsen Salzsee in Nordamerika aufgefunden worden [2]).

Entstehung der Salzlager und Soolquellen.

Über den Ursprung des in den Gebirgsschichten und Gesteinen vorkommenden Kochsalzes sind die Ansichten früher sehr geteilt gewesen. Während die einen, und darunter auch *Karsten*, in seiner 1846 erschienenen Salinenkunde, getäuscht durch das massige und oft regellose Auftreten gewisser Salzvorkommen eine Ablagerung auf plutonischem Wege annahmen, derart, dafs das Salz aus dem flüssigen Erdinneren stammen müsse, erkannten andere doch schon in älteren Zeiten den Zusammenhang mit dem Meerwasser, und heutiges Tages sind wohl nur wenige noch im Zweifel darüber, dafs, abgesehen von einzelnen Vorkommen untergeordneter Art, alle bekannten und etwa noch aufzufindenden Salzlager ihren Ursprung im Meerwasser haben.

Allerdings wird man, wenn man die Bildungsverhältnisse der Erde bis zu ihren Uranfängen verfolgt, nicht von Anfang an das Salz im Meerwasser gelöst zu suchen haben. In dem Nebel der Urwelt mag es mit vielen anderen Stoffen zu einer gewissen Zeit in gasförmigem

[1]) *Z. f. pr. Geol.* 1898, S. 436.
[2]) *Pfeiffer*, Handbuch der Kaliindustrie S. 79.

Digitized by Google

Zustande vorhanden gewesen sein und sich, wenn die Stoffe dann überhaupt in der Verbindung *Na Cl* vorhanden sein konnten, als es bis unter den Vergasungs- und Schmelzpunkt (776°) Abkühlung erfuhr, auf den heifsen Erdball niedergelassen haben, noch bevor die Wasserdämpfe bis zur Kondensation abgekühlt waren.

Ob damals die Erde als selbständiger Planet vorhanden war oder ob die Erdmasse noch mit einem Mittelgestirn vereinigt war, darüber Vermutungen auszusprechen, ist überflüssig. Immerhin wird man annehmen dürfen, dafs die sich niederschlagenden Wasser entweder bereits Kochsalz oder Stoffe, aus denen sich dieses durch Zersetzung bilden mufste, auf der Erdmasse vorfanden, auflösten und salzige Meere bildeten. Dafs dabei unter den starken und sicherlich schnell wechselnden Veränderungen bei den ältesten Bildungsvorgängen des Erdkörpers auch ursprünglich niedergeschlagene Kochsalzmengen, wenn diese vorhanden sein konnten, sich mit den sich bewegenden Gesteinsmagmen unter der ersten Erdrinde vermischt haben und der Auflösung durch Wasser entzogen worden sind, wird dabei nicht auszuschliefsen sein. Andererseits werden doch auch die in die Erdrinde eindringenden Wasser wieder einen Teil des entführten Kochsalzes gelöst haben oder die mit den Gesteinsmassen verschmolzene und zersetzte Natriumverbindung teilweise allmählich wieder von neuem zur Rückbildung in Chlornatrium vermocht haben. Aber nachdem diese ersten Kämpfe zwischen Feuer und Wasser überwunden waren, wird man einen verhältnismäfsig ruhigen Kreislauf annehmen dürfen, einmal die Ablagerung von Salz aus verdunstendem, aus dem offenen Ozean stammenden Meerwasser in den für die Verdunstung genügend abgesperrten Meeresbecken, und dann eine Auflösung des auf der Erdoberfläche abgelagerten und vor der Einwirkung des Wassers nicht genügend geschützten Salzes durch die Wasserniederschläge aus der Luft und die Zurückführung des Salzes durch Bäche und Ströme in das Meer.

Dabei braucht man nicht anzunehmen, dafs bei den aufserordentlich grofsen Massen der bekannten und zu vermutenden Salzlager das Meerwasser ursprünglich salziger gewesen sein müsse als jetzt. Im Gegenteil ist selbst ein geringerer ursprünglicher Salzgehalt als möglich anzunehmen, wenn man bedenkt, dafs jetzt bedeutende Wassermengen in den Mineralien gebunden sind, die ursprünglich frei gewesen sein müssen, während viel Natrium des jetzt in festem oder gelöstem Zustande vorhandenen Chlornatriums ursprünglich in den Gesteinen gebunden gewesen sein wird.

Eigentümliche Ansichten sind von einzelnen, die sich mit den Bildungsverhältnissen des Salzes beschäftigt haben, ausgesprochen worden. So hat man gewissen Erdschichten eine Salz erzeugende Kraft zugesprochen. *Keferstein* behauptete, dafs es Erdschichten gäbe, die Salz hervorbrächten, und begründet seine Ansicht damit, dafs Steinsalz aus dem Salzthon ausblühe. Auch die Beobachtung, dafs sich aus dem

Digitized by Google

Thone der Alluvialschichten am rechten Ufer des Nils Salz auslaugen lasse, hat *Russeger* zu derselben sonderbaren Schlufsfolgerung geführt, dafs jener Thon eine salzerzeugende Kraft habe.

Andere Forscher haben die Bildung des Kochsalzes auf Abscheidungen aus Tier- und Pflanzenkörpern zurückgeführt nach der Art, wie die Korallen kohlensaures Calcium und die Infusorien Kieselerde abscheiden.

Die Meerespflanzen enthalten nach *Neale* alle Elemente, die zur Erzeugung des Kochsalzes erforderlich sind. *Christof Büttner* begründet die Ansicht, dafs das Salz von Tieren und Pflanzen herrühre, damit, dafs nach *Davy* im Harne aller Tiere Kochsalz vorhanden sei, die Tiere also zur Salzerzeugung beitrügen.

Für einen plutonischen Ursprung des Salzes sind die verschiedensten Gründe geltend gemacht worden. Die wichtigeren in dieser Beziehung ausgesprochenen Ansichten sind folgende[1]).

L. von Buch hat die Entstehung des Steinsalzes durch Sublimation von Chlor und Natrium zu erklären gesucht, woraus die fontänenartige Streifung im Steinsalze des Salzkammergutes, die auch im Steinsalze der Karpathen und von Cardona beobachtet worden ist, hergeleitet werden soll. Auch *Charpentier* und *Eichwald* teilen diese Ansicht, die jedoch durch die von *Schafhäutl* unternommenen Untersuchungen des Salzthones widerlegt wird. Da eine Sublimation des Kochsalzes nur bei höherer Temperatur hätte vor sich gehen können, so wäre die im Salzthon enthaltene Kohlensäure dabei ausgetrieben worden und der Salzthon hätte noch weitergehende Zersetzungen erleiden müssen.

Desnoyers, *Rozet* u. a. nehmen an, dafs Salz und Gyps in feurig-flüssigem Zustande in die sie umgebenden Gebirgsmassen eingeführt worden seien und *Fichtel* hat die vulkanische Bildung des Steinsalzes auf Grund der Beobachtung verteidigt, dafs in Siebenbürgen viele Soolquellen aus vulkanischen Gebirgen aufstiegen und bei Parajd, Soóvár und Sugatak Steinsalz am Fufse vulkanischer Gebirge anstände. Er glaubt, dafs das Salz unter der Wirkung des Feuers unter den auflagernden Gebirgen krystallisire und eine feste Masse unter den Karpathen bilde.

Die Härte des Steinsalzes giebt *Hutton* Anlafs, auf vulkanischen Ursprung zu schliefsen. Es gehörte nach seinen Ansichten über die Erdbildung ehemals zum Material des Urgebirges, verwandelte sich bei dem feurig-flüssigen Zustande des Erdkörpers in Dampf und kehrte nach genügender Abkühlung mit dem Wasser zum Erdball zurück, wo es im Urmeere aufgelöst blieb, bis es sich infolge verschiedener Katastrophen daraus abschied.

[1]) *Dr. F. v. Alberti*, Halurgische Geologie. Stuttgart u. Tübingen, 1852. Prof. *A. Schwarz*, Vorkommen und Bildung des Steinsalzes. Leipzig 1885, Praktisches Buchhandlg., J. *Kittl* in Mähr.-Ostrau. *Franz Toula*, Das Salzgebirge und das Meer. Wien 1891, bei *E. Hölzel*.

Digitized by Google

Da das aus wässeriger Lösung künstlich gewonnene Salz beim Erhitzen verknistert, das natürlich vorkommende jedoch nicht, so hat *H. Rose* daraus hergeleitet, dafs das nicht verknisternde Steinsalz auf feurig-flüssigem Wege oder durch Sublimation entstanden sein müsse.

Auch *Cotta* hält es für möglich, dafs das Steinsalz dort, wo es Stöcke und Gänge bildet, durch die Einwirkung plutonischer Dämpfe entstanden sein könne. *C. J. B. Karsten* bestreitet zwar nicht, dafs gewisse Salzablagerungen aus wässerigen Lösungen stammen, hält aber in der Hauptsache an einer plutonischen Bildung fest. Er glaubt, dafs die fortschreitenden Untersuchungen über die Verhältnisse, unter denen das Steinsalz auf und unter der Erdoberfläche angetroffen wird, mehr und mehr Anlafs geben würden, sich von der Vorstellung der Steinsalzbildung aus einem Urmeere zu entfernen. Bei allen sorgfältigeren Untersuchungen habe es nicht gelingen wollen, mit Zuverlässigkeit ein Hangendes und ein Liegendes zu unterscheiden oder einen regelmäfsigen Schichtenwechsel des Steinsalzes mit anderen Gebirgsarten. Immer werde das Steinsalz in unförmlichen Massen angetroffen, die mehr einen eruptiven als einen sedimentären Charakter an sich trügen. Die genaueren Untersuchungen über die Zusammensetzung des Salzthones zeigten, dafs er als ein Reibungskonglomerat angesehen werden müsse, wie man es ähnlich bei allen eruptiven Bildungen an den äufseren Begrenzungen wahrnehmen könne.

Damit stimmt die Behauptung *Abichs*[1]), dafs das reine „primäre" Steinsalz ein eruptives, dem Erdinneren entstammendes Gestein sei.

Auch nach der Ansicht *Albertis*, der sich im allgemeinen den Neptunisten anschliefst, kommen bei der Bildung der Steinsalzablagerungen eruptive Wirkungen zur Geltung. Er sucht zu beweisen, dafs die Salzablagerungen nicht regelmäfsige Absätze aus dem Meerwasser seien, sondern dafs sie aus Salzlösungen entstanden seien, die zwischen der Erdrinde und dem Erdkerne eingeschlossen gewesen und durch allmähliche Verdunstung des Wassers in einen verdickten Zustand übergegangen wären. Der weiche Salzbrei sei dann mitwirkend gewesen bei dem Emporsteigen und der Aufrichtung der Gebirge und zu fester Salzmasse erstarrt. Bei dieser Erklärung *Albertis* haben besonders die Verhältnisse der Salzberge der Alpen zu Grunde gelegen.

Alberti teilte die salinischen Bildungen in halogene, rein neptunische, pyrogene nach Art der vulkanischen Massen und pelogene, auf Schlammeruptionen zurückzuführende. Die Salzvorkommen der Alpen schienen ihm den letzteren Bildungen, die er als Akromorphen bezeichnete, zu entsprechen. Für jene Art des Aufquellens aus der Tiefe spricht nach ihm das Auftreten in Gangform und die Einschliefsung von Trümmern des Nebengesteins.

---

[1]) *Compt. rend.* 1856, 228.

Digitized by Google

Auch von *Morlot* wird die Ansicht vertreten, dafs das Haselgebirge Schlammvulkanen seine Entstehung verdanke.

A. Gorgeu[1]) erläutert die Zersetzung der Chlor-, Brom- und Jodalkalien durch die Einwirkung von Luft, Kaolin und Kieselsäure in der Glühhitze und schliefst daraus, dafs das im Keuper vorkommende Salzlager von Dieuze durch feurige Eruptionen entstanden sein müsse.

W. B. Rogers führt in der *Geology of the Virginias*[2]) das Vorkommen von Gyps in den bedeutenden Salzlagern, die im Thale des Holstonflusses in Washington auftreten, auf Kalk und Schwefelsäure aus benachbarten, schwach kieshaltigen Schiefern zurück, verkennt also den Zusammenhang, in dem Steinsalz und Gyps stehen.

Alle neueren Untersuchungen und ganz besonders die Stafsfurter Aufschlüsse haben, entgegen *Karstens* Annahme, die Überzeugung befestigt, dafs alle gröfseren Salzvorkommen dem Meerwasser entstammen.

Schon *Kant* spricht sich in der „Physischen Geographie" wie folgt aus: „Wir haben kein anderes Salz, als das wir dem Meere verdanken, selbst das Steinsalz ist voller Muscheln, und Salzquellen haben ihr Salz entweder von unterirdischen Salzlagern oder von gesalzenen Erdschichten, die auch mit Überresten des Meeres angefüllt sind". *Werner* und viele andere, die ihm folgen, wie *Hassenfratz, Mathieu de Dombasle, Angelot, Fr. Hoffmann, G. H. Bronn, Petzholdt, Schafhäutl* erklären die Entstehung des Steinsalzes durch neptunische Vorgänge als Niederschlag aus dem Wasser, ebenso wie Gyps, Dolomit und körniger Kalkstein. Die Ansicht wird dadurch gestützt, dafs alle jene Stoffe im Meerwasser gelöst sind und dafs das galizische Steinsalz und viele Dolomite Meerespetrefakten enthalten. Den Einwendungen der Gegner wird entgegengehalten, dafs das stockförmige Vorkommen des Steinsalzes durch Ausfüllung von Spalten erklärlich sei, dafs der häufige Mangel an Schichtung auch bei Salzbildungen aus Salzseen zu beobachten sei, und dafs die Verschiebungen des Nebengesteins durch das Aufsteigen plutonischer Gebirgsmassen, die dabei auf Steinsalz und Gyps trafen, sich erklärten.

Petzholdt[3]) widerlegt die Annahme plutonischer Steinsalzbildung, nimmt jedoch seltsamerweise an, dafs die Bildung auf die Niederschlagswasser zurückzuführen sei, die bei der Berührung mit der noch heifsen Erdoberfläche verdampften, und sucht das Fehlen der leichter löslichen Salze dadurch zu erklären, dafs immerhin noch genug unverdampftes Wasser vorhanden bleiben konnte, um die schon an der feuchten Luft zerfliefslichen Salze gelöst zu erhalten und wegzuführen.

G. Bischof[4]) hält die Bildung des Steinsalzes aus dem Meerwasser für wahrscheinlich, wobei das Liegende des Salzlagers stets Gyps

[1]) *Compt. rend.* **102**, 1164.
[2]) *Am. Journ.* 1886, 193 u. f.
[3]) *Geologie*, Leipzig 1840, 334 u. f.
[4]) *Chem.-phys. Geol.* **2**, 1854, S. 1670.

Digitized by Google

sein müsse, da dieser weit schwerer löslich als Kochsalz sei und sich deshalb früher ablagern müsse. Er glaubt allerdings, dafs sich die zerfliefslichen Chlorsalze, Chlorcalcium und Chlormagnesium, in festem Zustande nirgends finden könnten, was durch das Vorkommen von Carnallit und Tachhydrit widerlegt ist.

Durch die Stafsfurter Aufschlüsse haben sich die Vorstellungen von der Bildung der Steinsalzlager wesentlich geklärt.

Die Bildung der Soolquellen erklärt sich *Bischof* durch eine Auslaugung der krystallinischen Gebirgsmassen, die in geringen Mengen lösliche Salze enthalten oder in denen durch Zersetzung lösliche Salze entstehen können. Nach seiner anfänglich ausgesprochenen Ansicht[1]) — und andere folgen ihm darin — war das Meer ursprünglich völlig frei von Salz. Erst die Wasser, die den krystallinischen Gebirgen Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlornatrium, schwefelsaures und kohlensaures Natrium entzogen, führten dem Meere Salz zu. Deshalb kann man auch nicht aus dem Auftreten von Soolquellen auf das Vorkommen von Steinsalzlagern schliefsen. In der That treten an vielen Stellen Soolquellen auf, die von Steinsalzlagern weit entfernt liegen. Später hat *Bischof* übrigens diese Ansicht vom Ursprunge des Salzgehaltes im Meere berichtigt[2]), wo er zu dem Ergebnis kommt[3]):

„Der Salzgehalt im Meere mufs wenigstens ebenso alt sein, als die Ablagerung des Übergangsgebirges. Zustände und Verhältnisse besprechen zu wollen, wie sie vor dem Absatze des Übergangsgebirges auf Erden stattgefunden haben, geht über unseren Horizont hinaus."

Für die Abscheidung aus wässeriger Lösung und die Bildung der Steinsalzlager in sedimentärer Weise sprechen nach *Bischof* folgende Gründe[4]). Das Steinsalz enthält, wie *Nicol* in dem von Cheshire fand, in kleinen unregelmäfsigen Hohlräumen Flüssigkeit eingeschlossen. An verschiedenen Orten hat man organische Reste im Salze vorgefunden, z. B. in dem roten Steinsalze von Cardona, Infusorien in dem Steinsalze von Wieliczka (besonders in dem Spiza-Salze, im Salzsandstein und Salzthone), kleine braune Käfer, Polythalamien, Mollusken und Schnecken, auch Reste von Landpflanzen; letztere fand man auch im Steinsalze von Ischl, sowie in dem von Ilezkaja Sastschita.

Zahlreiche Analysen von Salzen verschiedener Vorkommen ergaben das Vorhandensein der im Meerwasser gelösten Salze. Chlormagnesium und schwefelsaures Magnesium fand er in wechselnden Mengen, jedoch selten Chlorkalium. Die verschiedene Zusammensetzung erklärt sich *Bischof* aus der verschiedenen Tiefe, bei der sich das Steinsalz absetzte. Bei gewöhnlicher Verdunstung scheidet sich kein Chlor-

[1]) *Chem.-phys. Geol.* 1, 1847, S. 571 u. f.
[2]) Ebenda. 2, 1854, S. 1564.
[3]) Ebenda. 2, 1854, S. 1566.
[4]) Ebenda. 2, S. 1670 u. f.

Digitized by Google

magnesium ab, sondern nur, wenn die Lösung bei höherer Temperatur verdunstet. Chlormagnesium könnte sich deshalb nur bei dem in gröfserer Tiefe abgesetzten Steinsalze, wo eine den Siedepunkt des Wassers übersteigende Temperatur herrschte, vorfinden. Auch die Metamorphosen von Gyps, Anhydrit und Polyhalit nach Steinsalz sprechen für die sedimentäre Bildung. Vorhandene Steinsalzkrystalle (Würfel) sind aufgelöst und an ihre Stelle sind aus Lösungen ausgeschiedene andere Salze getreten. Solche Metamorphosen hat man in Hall, Hallein, Aussee, Hallstadt und in Soóvár gefunden. Auch Sandsteinpseudomorphosen nach Steinsalz hat man z. B. im Keuper von Efslingen, Stuttgart und Tübingen gefunden. Übrigens kommen Pseudomorphosen nach Steinsalz in allen Steinsalz führenden Formationen vor.

Die Ansicht, dafs das Meer ursprünglich salzfrei gewesen sei, findet bis in die neueste Zeit Vertreter. Nach *Dr. O. Kuntze*[1]) entstehen die salzigen Wüstenseen durch Gewässer, die aus zertrümmerten und zersetzten krystallinischen Gesteinen die Alkalien wegführen und keinen Abfluls zum Meere haben. Nach ihm ist das Salz nebst accessorischem Apatit, dessen Chlorgehalt bei der Gesteinszersetzung in Chloralkalien umgewandelt wird, mikroskopisch in den meisten Urgesteinen als nicht selten nachgewiesen worden, und verbleiben die Nebenbestandteile als Chlornatrium, Chlorkalium u. s. w., die durch die Gesteinsverwitterung erst befreit werden, mangels abfliefsender Gewässer in den Wüsten und Steppen, zum Teil in Staubform und als Efflorescenz zerstreut, zum Teil angesammelt in Lagunen als Salzsümpfe und Salzlager. Auch sollen die hygroskopischen Eigenschaften der Chloralkalien zur Austrocknung der Luft in den Wüsten und zur Zerstörung der Gesteine mit beitragen.

Betreffs des Chlorgehaltes der Urgesteine, der für wesentlich genug gehalten wird, um den Salzgehalt des Meeres zu erklären, beruft sich *Kuntze* auf das Werk von *F. Zirkel* „Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine", und weist auf die zahllosen Kochsalz haltigen Flüssigkeitseinschlüsse der Quarze, besonders der Granitquarze hin. Er schätzt den Chloralkaliengehalt der Quarze in den krystallinischen Urgesteinen auf etwa durchschnittlich 2 *Pct.* Ferner ist nach ihm das Vorkommen mikroskopischer Apatitnadeln im Quarz, Glimmer etc. der granitischen Gesteine nicht unbeachtet zu lassen. Sie enthalten 0,7 bis 4,1 *Pct.* Chlor, das entspricht im Durchschnitt 4 bis 5 *Pct.* der Apatitmenge an Chloralkalien. Auch in den Feldspaten ist etwas Chlor enthalten.

Die Entstehung des Wüstensalzes aus Meereswasser wird auch von *Prof. J. Walther*[2]) bestritten. Nach ihm ist die Hypothese des Sahara-

[1]) *Geogenetische Beiträge.* Leipzig, bei *Grefsner u. Schramm,* 1895.
[2]) *Verhandlg. des 10. Deutschen Geographentages* in Stuttgart 1893, S. 171 u. f.

Digitized by Google

meeres endgültig widerlegt und kann es nichts Ungereimteres geben, als wenn ein Naturforscher die Erscheinungen eines wasserlosen Gebietes durch die Annahme einer Meeresbedeckung erklären will. Über die Bildung des Utahsalzsees sagt er: Horizontale Einschnitte in den Gebirgen und Terrassenbildung hoch über dem und um den *Salt Lake* kennzeichnen die Ufer des alten Binnenmeeres, das *Gilbert* u. a. studirten, und *Lake Bonneville* nannten. Das Binnenmeer fand durch den Red Rock Pafs nach Norden zum Teil einen Abfluſs für seine durch den Regen erneuerten Wassermassen. Es war zunächst ein Süſswassersee. Der Abfluſspafs wurde allmählich vertieft, bis er einen Stand von 100 *m* über dem jetzigen Salt Lake erreichte. Dann hörte der Abfluſs auf. Es bildete sich die Provo-Strandlinie. Der See trocknete, trotzdem er von einigen Flüssen Zufuhr erhielt, nach und nach ein. Der Flüssigkeitsrest im Seebecken wurde immer salzreicher; er weist jetzt gegen 20 *Pzt.* Salz auf. Der trocken gelegte Beckenteil, 100 *m* unter der Provolinie, wurde eine salzgetränkte Fläche und Salzseewüste, deren Salzgehalt von der eingedampften Flüssigkeit des Sees herrührte.

Prof. A. Penck[1]) nimmt an, dafs die mittelspanischen miocänen Gyps- und Salzlagerstätten nicht marinen Ursprungs sein könnten. Nach ihm knüpft sich die Bildung von Steinsalz- und Gypslagern gegenwärtig nur in seltenen Fällen an das Meer, nämlich dort, wo Meeresteile gegliedert oder abgeschnürt werden, was sehr selten und gegenwärtig nur mit kleinen Flächen vorkomme. Der Hauptschauplatz der Gyps- und Steinsalzbildungen liege jetzt in den kontinentalen Binnengebieten im Bereiche des salzhaltigen Bodens. Dieser umgürte, die Wüstenländer auszeichnend, den Kaspisee, zeige sich in Turkestan, im südlichen Westsibirien, im Tarimbecken, in Tibet, in Persien, in Kleinasien, wie er als Sebscha an vielen Stellen der Sahara wiederkehre. Er zeichne die Playa des grofsen Beckens zwischen dem Felsengebirge und der Sierra Nevada aus, finde sich an der Westküste Südamerikas unter dem südlichen Wendekreise und südlich davon an der Ostabdachung der argentinischen Cordilleren und sei in den zahllosen Saltpans von Südafrika vorhanden. Wo solcher Salzboden vorherrsche, gebe es Salzseen mit stark wechselndem Spiegel, in denen Gyps und Salz zusammengeschwemmt und in der Trockenheit ausgeschieden würden, so dafs Gyps- und Salzlager entständen. Auch *Richthofen*[2]) und *Schenk*[3]) vertreten die Auffassung einer kontinentalen Salzlagerbildung in Wüsten und Steppen, also die Bildung von Salzlagern nicht marinen Ursprunges.

Gestützt auf die Ansichten dieser Forscher, führt *Kuntze* aus:

„Es ist wohl nicht zu bestreiten, dass die Kontinente ursprünglich vegetationslos und wüstenartig waren. Wegen der Pseudoglacialerschei-

[1]) *Z. d. Ges. für Erdkunde*, Berlin 1894, S. 126 u. f.

[2]) *F. v. Richthofen*, China, 4. Bd. u. Ausland 1883, S. 482, 587.

[3]) *Verhandlg. des deutschen Geographentages* 1889 u. 1893. *Ausland* 1892, S. 206 u. 379.

Digitized by Google

nungen ist dies sogar noch im Spätcarbon anzunehmen. Die Salzbildung durch Gesteinsverwitterung oder Wüstendenudation hat also von jeher stattgefunden, und die daher kommenden Salze müssen gröfstenteils bei den Veränderungen der Erdoberfläche dem Meere zugeführt worden sein, wo sie bis auf wenige Ausnahmen stetig verblieben und derart den Salzgehalt des Meeres vermehrten. Infolge der namentlich in älteren Perioden häufigeren Hebungen und Senkungen und Untertauchungen der Festländer, Abrasion bezw. Transgression der Kontinente mufsten die kontinentalen Salzbildungen gröfstenteils im Meere verschwinden, und in der That sind Salzlager aus älteren Perioden fast unbekannt und erst seit Ende der Carbonperiode (Dyas) und später erst häufiger vorhanden. Ebenso werden durch alle Flüsse, die ausnahmslos einen, wenn auch nur sehr kleinen Salzgehalt haben — selbst die Quellwasser im Urgebirge sind minimal salzig —, dem Meere fortwährend geringe Mengen Salzes zugeführt, die von dem auf andere Weise zersetzten Gesteine ausgelaugt sind. Diese geringen Salzmengen der Flüsse mufsten sich aber im Laufe der Jahrmillionen seit dem Silur doch zu einem gröfseren Salzgehalte im Meere konzentriren. Daraus geht unzweifelhaft hervor, dafs die Ozeane früher salzarm gewesen sein müssen, und das wird auch durch den Süfswassercharakter der ältesten Fische[1]) auffallend bestätigt."

„Zieht man aufserdem die Erdabkühlung seit dem Silur in Betracht, welche ein allmähliches Versickern des Wassers ins Erdinnere zur Folge hatte, wobei das Salz oben blieb, denn man findet Sickerwasser in sehr geringer Distanz vom Meere schon salzfrei, so gelangt man zu dem Schlusse, dafs die Ozeane früher wasserreicher waren und dafs auch dadurch der Prozentsatz des Salzgehaltes im Meere früher beträchtlich kleiner gewesen sein mufs."

Für die Carbonzeit, einschliefslich Dyas, nimmt *Kuntze* nur $^1/_2$ oder $^3/_4$ bis $1^1/_4$ *Pct.* marinen Salzgehalt an. Er erklärt daraus die Möglichkeit der von ihm angenommenen superaquatischen Carbonflora, die die Bildung von Steinkohlenlagern herbeigeführt habe.

Die marine Bildung der Steinkohlenlager gehe auch daraus hervor, dafs alle carbonischen Steinkohlenlager noch Salzwasser und Chloride enthielten, selbst da, wo, wie im Königreich Sachsen, kein einziges Salzlager vorhanden sei.

Kuntze behauptet, die Grubenwasser der carbonischen Kohlenlager mülsten primär salzig sein, während die Grubenwasser aller Braunkohlenlager niemals primär salzig seien.

In scharfen Gegensatz zu diesen Anschauungen tritt *Ochsenius* mit seiner Erklärung der Bildung der Steinsalzlager. Nach ihm stammt in der Hauptsache alles jetzt abgelagerte Salz aus dem Meerwasser, und

---

[1]) *O. Kuntze*, Phytogeogenesis 1883. Leipzig, bei *E. Baldamus*, S. 67.

Digitized by Google

auch die Wüsten verdanken ihre Entstehung zunächst der Salzbildung aus dem Meere [1]). Betreffs der Herkunft des Kochsalzes sagt er [2]):

„Als sich der Urwelt Nebel noch nicht konsolidirt", mufs das Chlornatrium darin mit so vielem anderen gasförmig vorhanden gewesen sein. Nachdem sich aber die Hitze bis auf den Schmelzpunkt des Chlornatriums (bei 776°) ermäfsigt hatte, mufste es sich auf die längst fest gewordene Rinde unseres Planeten niederschlagen und blieb von da an auch wohl nahe der Erdoberfläche, weil die Mehrzahl der mineralogischen Substanzen bereits fest waren, indem die meisten zwischen 900 und 1500° erstarren, so die Feldspäte zwischen 1140 und 1230°; reiner Quarz bei 1430° [3]).

„Etwas Chlornatrium mag schon früher in Kombination mit anderen Substanzen niedergegangen sein, aber die Hauptmasse wird sich bis zu dem erwähnten Zeitpunkte in Dampfform gehalten haben.

„Erst später hat sich vermutlich Schwefel hinzugesellt, und damit fanden die ersten sich niederschlagenden Wasser, vereint mit Wärme, reichliches Material zum Lösen in Gestalt der marinen Chloride und Sulfate.

„Nach *Behne* enthielt das Urmeer schwefelsaures Natrium und Chlormagnesium, und durch die Einwirkung von kohlensaurem Calcium und die Hitze der geschmolzenen pyroxenischen Gesteine fand, wie sich durch Versuche im Kleinen bestätigen läfst, eine Umsetzung in Chlornatrium, Gyps und magnesiahaltigen, dolomitischen Kalk, die Hauptbestandteile des jetzigen Salzgebirges, statt; es geben $Na_2SO_4 + MgCl_2 + 2\,CaCO_3 = Na_2SO_4 + CaCl_2 + (Mg\,.\,Ca)CO_3 + CO_2$; dann setzen sich Na_2SO_4 und $CaCl_2$ wieder in $NaCl$ und $CaSO_4$ um. Hiergegen sprechen jedoch die viel geringere Beständigkeit des Chlormagnesiums, der Umstand, dafs der Kalk in den ersten Stadien der Erdbildung wahrscheinlich nur als kieselsaure Verbindung vorhanden gewesen ist und die Thatsache, dafs angezogene Pyroxenmineralien schon um 1300°, dem Schmelzpunkte des Bronzits, fest wurden; also bei einer Temperatur, die kein natürlich vorkommendes Chlorid ohne Verdampfung bezw. Zersetzung aushält.

„Trotzdem fehlen geringe Mengen Chlornatrium nicht ganz in älteren (plutonischen) und jüngeren (vulkanischen) Eruptivgesteinen. Die isomorphe Sodalithreihe der Silikate beweist das; auch Sulfate kommen in diesen seltenen Silikaten als integrirende Bestandteile vor. Verschiedene andere Silikate schliefsen ebenfalls etwas Chlor ein, so Lithionglimmer vom Ural 1 bis 1,3 *Pzt.*, Hornblende bis 0,24 *Pzt.*, auch Skapolithe sind nicht selten chlorhaltig.

---

[1]) *C. Ochsenius*, Zur Theorie der Wüstenbildung. Vortrag auf der 69. Naturforscherversammlung zu Braunschweig. *Z. f. pr. Geol.* 1898, S. 105.

[2]) *Muspratts Technische Chemie* 1896, 4. Aufl., 6, S. 436.

[3]) *H. J. Joly*, *Proc. R. Irish Acad.* 1891.

Digitized by Google

„*Pfaff* fand an 0,2 *Pzt.* Chlornatrium in einem schwedischen Granit, *Struve* solches in dem von Karlsbad u. s. w., aber im allgemeinen sind die natürlichen Gewässer, die aus granitischen Gesteinen kommen, chlornatriumfrei, wie aus den Untersuchungen von *Ch. Cloëz*[1]) hervorgeht.

„Mit Ausnahme der granitischen Böden scheinen daher alle Erdschichten von Seesalz mehr oder weniger durchdrungen zu sein, und die bei den Analysen gefundene Menge Chlor entspricht fast immer der des Natriums in Form von Chlornatrium. Dagegen lassen die Wässer aus Graniten mehr Kali erkennen, als andere aus sedimentären Bildungen.

„Das Chlornatrium aus einem anderen allerdings auch frühzeitig vorhanden gewesenen Chlorid, dem im Apatit ($3\,Ca_3\,P_2\,O_8$, $Ca\,Cl_2$) befindlichen Chlorcalcium (bis 6,8 *Pzt.* Chlor) ableiten zu wollen, scheint unthunlich, weil dieses Mineral, obwohl es in verschiedenen krystallinischen Felsarten, wie Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Marmor, und vulkanischen Gesteinen, wie Dolerit, Basalt, Lava, ziemlich verbreitet ist, doch nur selten in so bedeutenden Mengen darin auftritt, als dafs er hier in Betracht kommen könnte.

„Auch die Primitivgruppe der archäischen Gesteine, der Gneise, die sich vom Granit nur durch ihre Struktur unterscheiden und gleich einer an 30000 *m* starken Kugelschale den ganzen Erdenrund umspannen, während alle späteren, normalen Sedimentformationen nach Art der Blätter in einer Rosenknospe sich um den Erdkörper herumlegen, auch die archäische Gesteinsgruppe entbehrt nicht ganz des Chlornatriums, selbst da nicht, wo die Annahme einer späteren Infiltration ausgeschlossen erscheint.

„Um diese Erstarrungskruste bildete sich nun infolge fortgesetzten Wärmeverlustes eine Wasserhülle, und das so entstandene Urmeer mufs unter dem Drucke einer sehr dicken, stickstoffreichen Atmosphäre (zu der später Kohlensäure aus dem Erdinneren trat), eine den Siedepunkt des Wassers bei gewöhnlichem Drucke weit übersteigende Temperatur besessen haben, so dafs seine Lösungskraft eine bedeutend gesteigerte gewesen sein wird. Diesem Urmeer fiel auch der früher aus der Atmosphäre erfolgte Niederschlag der salinischen Substanzen zur Beute, und somit ist der Ozean als der erste Sammler der Seesalze zu betrachten.

„Die ältesten Absätze über den archäischen Gesteinen, das sind die cambrischen Schiefer und Konglomerate mit deutlichen Petrefakten, haben nun schon nach ihrem Auftauchen aus dem Meere in ihren Küstensäumen Ablagerungsstätten für den Niederschlag von Steinsalz aus dem Meerwasser hergegeben, und eben dasselbe hat stattgefunden durch alle dem Cambrium folgenden geologischen Systeme hindurch bis auf den heutigen Tag.

---

[1]) *Compt. rend.* 1882, 94, 41.

Digitized by Google

„Man darf also behaupten, dafs alles Salz dem Ozean entstamme (das von Vulkanen aufgebrachte schwerlich ausgenommen) und erst aus diesem auf die geschichteten Gesteinslagen gelangt sei."

Die Widersprüche, die von den Plutonisten in der mineralogischen und geologischen Beschaffenheit der bekannten Salzlager und den salinischen Bestandteilen des Meerwassers und dem Mangel an marinen Petrefakten im Steinsalze und den im Zusammenhange damit stehenden Gesteinen gefunden wurde, lösen sich nach *Ochsenius*[1]) leicht durch die von ihm gegebene und mit Zähigkeit für alle Bildungsverhältnisse verfochtene Erklärung der Entstehung der Salzlager in Meeresbuchten durch Barrenwirkungen.

Danach hat sich die Bildung der Salzlager in Meeresbecken vollzogen, die teilweise mehr oder weniger, zeitweise auch gänzlich vom offenen Ozean durch eine vor der Verbindungsstelle liegende Erhebung des Bodens, eine Barre, abgesperrt war, so dafs die allmähliche Verdunstung den Salzgehalt bis zur Sättigung und dann weiter bis zur Salzausscheidung anreichern konnte, während immer wieder von neuem periodisch mehr oder weniger eine Zufuhr von dem offenen Ozean her erfolgte oder auch die überstehende Mutterlauge über die Barre hinweg ins offene Meer zurückfloss.

Ochsenius führt nun in dieser Beziehung, anknüpfend an die Analysen des Meerwassers nach *R. Helmhacker*, *Roth-Forchhammer* und *Toula-Schmidt* (s. S. 9 u. 10), folgendes aus, wobei er die von *Helmhacker* gegebene Analyse zum Anhalten empfiehlt.

Dringt Seewasser in eine Bai oder Bucht an der Küste, die durch eine horizontal verlaufende Barre dergestalt vom offenen Ozean oder dem vorliegenden marinen Hauptbecken abgeschnürt ist, dafs nur soviel Seewasser über die Barre eintritt, wie die Oberfläche des Busens zu verdunsten vermag, so bildet sich unter warmem, regenlosem oder regenarmem Klima, das Zuflüsse von Süfswasser zu der Bucht ausschliefst, ein Steinsalzlager mit Gyps als Unterlage und Anhydrit als Decke in folgender Weise:

1. Phase. Das einströmende Salzwasser verdunstet unausgesetzt auf der ruhigen, glatten Oberfläche. Das dadurch salzreicher und dichter werdende erwärmte Wasser wird untersinken und seine höhere Temperatur allmählich dem ganzen Beckeninhalt mitteilen[2]). Von dem an der Barre brandenden Ozean her fliefst das schwach salzige Wasser

---

[1]) *C. Ochsenius*, Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze, Halle 1877. Beiträge etc. *Nova Acta* XL, Dresden 1878. Barrenwirkungen, *Z. f. prakt. Geol.* 1893, S. 189 u. f.; *Industrie* 1897, Nr. 59, 61, 64, 66, 68.

[2]) Einen sehr guten Beweis für die Erwärmung des ganzen Beckeninhaltes liefert das Mittelmeer. Dasselbe ist durch die flache Schwelle bei Gibraltar vom Ozean zum Teil abgeschnürt und zeigt bis in seine gröfsten Tiefen bei 4000 *m* eine Temperatur von 12,7°, während der offene Ozean schon bei viel geringeren Tiefen westlich von Gibraltar 3° hat.

Digitized by Google

zu, den salinischen Gehalt des Beckens fortwährend vermehrend. Bald wird derselbe so grofs sein, dafs kein Lebewesen mehr darin bestehen kann. Was auswandern kann, wird über die Barre nach dem offenen Meere streben; was sterben mufs, wird aufgelöst oder in seinen meist unkenntlich gewordenen Resten durch den später folgenden ersten Niederschlag inkrustirt.

Nachstehende Diagramme sollen die weiteren Phasen kurz verdeutlichen (s. Fig. 15 bis 18).

Es erledigt sich damit der Einwurf gegen die Abstammung des Salzes aus dem Meere, dafs ihm die Versteinerungen fehlten. Die marinen Organismen konnten in der Lake nicht leben, jedoch ihre frühere Heimat, soweit sie der Lokomotion nicht entbehrten, verlassen. Daher rührt der Mangel an marinen Petrefakten in den Salzschichten.

Die Beendigung des ganzen Verlaufes gleich nach dieser Phase 1 durch dauerhaften Barrenverschlufs läfst als Ergebnis konzentrirtes Seewasser zurück, das an Ort und Stelle oder nach seiner späteren Wanderung in andere (tiefer gelegene oder gewordene) Horizonte das salinische Material für Soolquellen liefern konnte, dessen proportionale Zusammensetzung der des reinen Ozeanwassers nahesteht, wie z. B. das der Soolen von Oeynhausen und Salzuflen.

2. Phase. Der Absatz von Eisenoxyd und kohlensaurem Calcium leitet die Niederschläge ein (s. Fig. 16).

Alle Angaben über die Reihenfolge der salinischen Sedimente aus Meerwasser stützen sich bis heute fast ausschliefslich auf die von *Usiglio* veröffentlichten Berichte über Verdunstungsversuche mit Mittelmeerwasser, das etwa 3 bis 5 *km* seewärts von Cette im südlichen Frankreich aus 1 *m* Tiefe entnommen war.

Die *Usiglio*schen Ergebnisse sind nicht unbedingt mafsgebend, weil zu den Versuchen das nicht nur an Salzgehalt, sondern auch an kohlensaurem Calcium (bei der südfranzösischen Kreideküste) überreiche Mittelmeerwasser gewählt wurde, worin zudem das Verhältnis des Bittersalzes zum Chlornatrium (1 : 11,98) ein gröfseres ist, als in dem des offenen Ozeans (1 : 13,55).

Eine Wiederholung der Versuche wäre jedenfalls erwünscht.

Usiglio fand nämlich [1]):

		nach *Helmhacker* enthält Ozeanwasser:
$NaCl$	29,424	26,70
$MgCl_2$	3,219	3,22
KCl	0,505	1,29
$NaBr$	0,556	0,42
$MgSO_4$	2,477	1,97
$CaSO_4$	1,357	1,63
Sonstiges	0,117 ($CaCO_3$ 0,114)	0,04 ($CaCO_3$ 0,017)
	37,655	35,27

[1]) *Compt. rend.* (1848) **27**, 429.

Digitized by Google

Eine Jodreaktion konnte *Usiglio* wegen der Verdeckung durch den Bromgehalt nicht hervorrufen. Er arbeitete zur Herstellung seiner

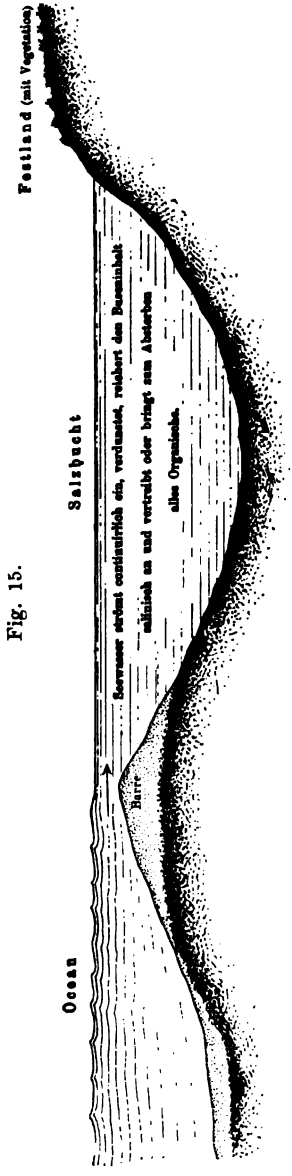


Fig. 15.

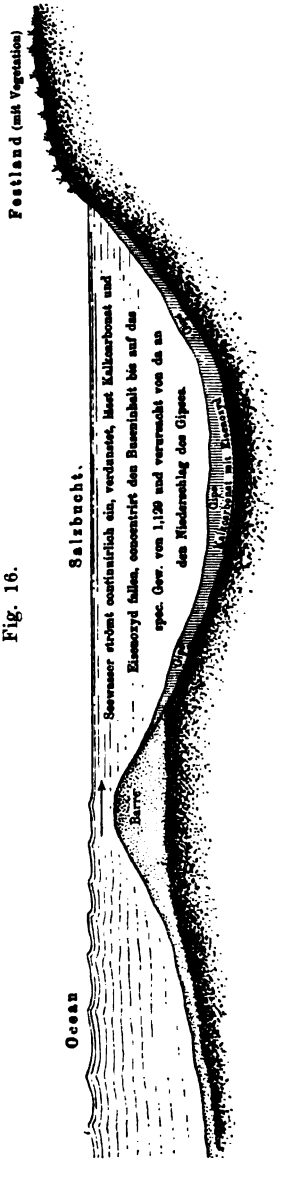


Fig. 16.

folgenden Tabelle [1]) jedesmal mit nur 5 *Liter* Mittelmeerwasser und

[1]) *Ann. Chim. Phys.* (1849) **27**, 92 u. 172.

Digitized by Google

Usiglios Ergebnisse bei der spontanen Verdunstung von Seewasser des Mittelmeeres.

Grade *Baumé*	Dichte des Meerwassers oder der Mutterlauge	Volumen nach der Verdunstung und Krystallisation	Abgeschiedene Salze in Grammen aus einem Liter = 1025,8 *g*							
			Eisenoxyd	kohlensaures Calcium	Gyps	Chlornatrium	schwefelsaures Magnesium	Chlormagnesium	Bromnatrium	Chlorkalium
3,5	1,0258	1,000	—	—	—	—	—	—	—	—
7,1	—	0,533	0,0030	0,0642	—	—	—	—	—	—
11,5	—	0,316	—	Spur	—	—	—	—	—	—
14,0	—	0,245	—	Spur	—	—	—	—	—	—
16,75	1,1290	0,190	—	0,0530	0,5600	—	—	—	-	—
20,60	—	0,1445	—	—	0,5620	—	—	—	—	—
22,00	—	0,131	—	—	0,1840	—	—	—	--	—
25,00	1,217	0,112	—	—	0,1600	—	—	—	—	—
26,25	1,218	0,095	—	—	0,0508	3,2614	0,0040	0,0078	—	—
27,00	1,225	0,064	—	—	0,1476	9,6500	0,0130	0,0356	—	—
28,50	1,241	0,039	—	—	0,0700	7,8960	0,0262	0,0434	0,0728	—
30,20	1,259	0,0302	—	—	0,0144	2,6240	0,0174	0,0150	0,0358	—
32,40	—	0,023	—	—	—	2,2720	0,0254	0,0240	0,0518	—
35,00	1,3177	0,0162	—	—	—	1,4040	0,5382	0,0274	0,0620	—
Summe der Abscheidungen			0,0030	0,1172	1,7488	27,1074	0,6242	0,1532	0,2224	—
Verblieben in 16,2 *ccm* der Mutterlauge von 35° *Baumé*			—	—	—	2,5885	1,8545	3,1640	0,3300	0,5339
Salzgehalt in einem Liter			0,0030	0,1172	1,3828[1])	29,6959	2,4787	3,3172	0,5524	0,5339
Das ist in 1000 Teilen			0,0029	0,1142	1,3480	28,9490	2,4245	3,2336	0,5385	0,5205
Mit den Differenzen			+ 0,0001	— 0,0002	+ 0,0090	+ 0,4750	+ 0,0525	— 0,0146	+ 0,0175	— 0,0155
Ergiebt sich die ursprüngliche Analyse .			0,0030	0,1140	1,3570	29,4240	2,4770	3,2190	0,5560	0,5050

[1]) 1,7488 Gyps = 1,3828 wasserfreies schwefelsaures Calcium.

Digitized by Google

konnte damals nicht auf schwach vertretene Nebensalze (z. B. Jod-, Bor-, Lithium- etc. Verbindungen) so viel Rücksicht nehmen, wie heute verlangt wird.

Der Fehlbetrag in der Tabelle beziffert sich auf 0,5521 *Pct.*, der gesammte Differenzbetrag (positiver und negativer) auf 0,5844 *Pct.* gegen die Zahlen der oben S. 175 angeführten Pauschanalyse. Trotzdem gewähren die *Usiglio*schen Ziffern hinreichende Anhaltspunkte für die Folge der verschiedenen Niederschläge aus Meerwasser, so lange nichts Ausführlicheres und Besseres vorliegt.

Von vornherein bemerkt man, dafs der erste Niederschlag des Kalkes mit dem Eisen erfolgt, wenn das Seewasser etwa auf die Hälfte seines Volumens reduzirt ist; von da bis zu einem Fünftel lassen sich nur Spuren von Absätzen erkennen; dann jedoch erscheint plötzlich die zweite Hälfte, die wahrscheinlich aus der Umsetzung des zwar im Seewasser vorhandenen, aber in den Analysen nur selten erscheinenden kohlensauren Natriums mit Gyps hervorgegangen ist. Diese beiden Substanzen vertragen sich nämlich in schwachen Lösungen unzersetzt, tauschen aber bei Konzentration ihre Säuren aus.

Hieran schliesst sich der Gyps, sobald das spezifische Gewicht des Buseninhaltes bei 1,129 angelangt ist, und wird in etwas vermindertem Mafse weiter abgelagert, bis das gesammte Wasser das spezifische Gewicht von 1,217 = 25° *Baumé* erreicht. Bis zu diesem Konzentrationsgrade und dem Beginn des Absatzes von Chlornatrium werden (nach *Toula*) fast 8000 (7923) Raumeinheiten Meerwasser über die Barre zugeflossen sein. Die Gesammtmenge der Sedimente aber wird immer erst wenig mehr als sechs Raumeinheiten ausmachen. Die soliden, noch nicht vom Wasser aufgelösten Reste der abgestorbenen Meeresorganismen werden vom Gypse umhüllt und sind nur selten bestimmbar.

Die Beendigung des Verlaufes dieser Phase durch einen dauerhaften Barrenverschluss läfst ein Gypslager zurück, von dessen Begleitern vorzugsweise Thon, der vermengt oder in Wechsellagerung abgesetzt wird, und Bitumen nebst Phosphorsäure, die von den Organismen stammen, zu erwähnen sind. Auch Kieselsäure mag teilweise mit niedergehen, aber viele Einschlufsmineralien des Gypses, wie z. B. der Borazit, gehören von rechtswegen zum Anhydrit, der erst nachträglich durch Wasseraufnahme zu Gyps geworden ist.

Die aus Phase 2 hervorgehenden Gypse — man könnte sie im Gegensatze zu den aus dem (hangenden) Anhydrithute entstehenden „liegende“ (nämlich des Steinsalzlagers) nennen — saugen nicht selten die über ihnen stehen gebliebenen salinischen Lösungen teilweise ein, falls diesen kein Abzug geboten wird.

Die Wechsellagerung von mächtigen Gyps- und Steinsalzschichten ist nicht so aufzufassen, dafs Ozeanwasser über ein fertiges Steinsalzflötz getreten ist und Gyps hat ausfallen lassen. Das Wasser würde zuerst das Steinsalz wieder gelöst und damit auch die Löslichkeit des

Digitized by Google

Gypses vermehrt haben, so dafs dieser nur in schwachen Lagen oder Ausscheidungen im Steinsalze, wenn er später wieder fest wurde, erscheinen könnte.

3. Phase. Der Salzreichtum im Busen nimmt immer mehr zu. Bei einem spezifischen Gewichte von 1,218 des Buseninhaltes fängt Chlornatrium an, sich in den bekannten krystallinisch-blätterigen Massen abzusetzen, am lebhaftesten bei 1,225, schwächer bei 1,241 spez. Gew., aber nie ganz aufhörend. Neben dem Steinsalze fällt stets noch schwefelsaures Calcium, das ja fortwährend im einlaufenden Meerwasser zugeführt wird, aus und erscheint, wie aus den Analysen auf S. 29 zu ersehen ist, meist in inniger Mischung mit ersterem. Tritt viel Thonschlamm auf, so pflegt auch schwefelsaures Magnesium in geringen Mengen niederzugehen — nahezu alle bittersalzhaltigen Steinsalzsorten sind etwas thonig (s. Fig. 17, S. 180).

Von den anderen zerfliefslichen Salzen des Ozeanwassers vereinigen sich nur sehr schwache Mengen mit dem abgeschiedenen Chlornatrium. Deren Hauptmengen bleiben als Mutterlaugenmasse über dem krystallinisch-blätterigen Steinsalze, das diese Struktur der Anwesenheit von Chlormagnesium in der Gesammtlösung zu verdanken scheint, stehen, wo sie allmählich immer mehr und mehr aufwachsen.

Die Pflanzendecke der nächsten Umgebung des Salzbusens, die bis dahin noch von der Luftfeuchtigkeit erhalten war, fängt an, stark zu leiden, weil der Busencharakter sich immer mehr dem eines eigentlichen Bittersees nähert. Nach gegenseitiger Löslichkeit figürlich geordnet, folgt über dem Chlornatrium: schwefelsaures Magnesium, Chlorkalium, Chlormagnesium, Brommagnesium, borsaures Magnesium mit etwas Kieselsäure, Chlorlithium und Jodmagnesium.

Man erkennt hier, dafs sich einige Verbindungen, wie borsaure, kieselsaure, auch wohl phosphorsaure Salze u. s. w., die in reinem Wasser sehr schwer löslich sind, bis in die letzten Stadien der Mutterlaugen halten.

Weiter ersieht man, dafs zwischen Laboratoriumsversuchen und Ausführungen im Grofsen und mehr noch zwischen ihnen und den Vorgängen in der Natur bedeutende Unterschiede bestehen können. Nach *Usiglios* Tabelle müfste alles Steinsalz schwefelsaures Magnesium enthalten, was keineswegs zutrifft. Entgegen jenen Versuchen liefern sogar die Salzgärten der (östlich von Cette an den Rhonemündungen am Mittelmeere liegenden) Camargue reines Kochsalz ohne Bittersalzbeimischung, und drei Fünftel der S. 29 mitgeteilten Steinsalzanalysen weisen keinen Gehalt an schwefelsaurem Magnesium auf.

Weiter sollte man nach *Usiglio* erwarten, dass die oberen Lagen der Steinsalzflötze merklich bromhaltig sein müfsten, aber auch dieses trifft nicht zu. Bei seinen Versuchen nahmen die letzten vier Chlornatriumabsätze über 40 *Pct.* des Bromnatriums mit sich; davon ist aber in der Wirklichkeit, in der Natur, nichts zu bemerken. Ja sogar in

Digitized by Google

den Mutterlaugensalzen der norddeutschen Lager von Stafsfurt u. a. erscheint der Bromcarnallit (Brommagnesium-Kalium) nur in recht

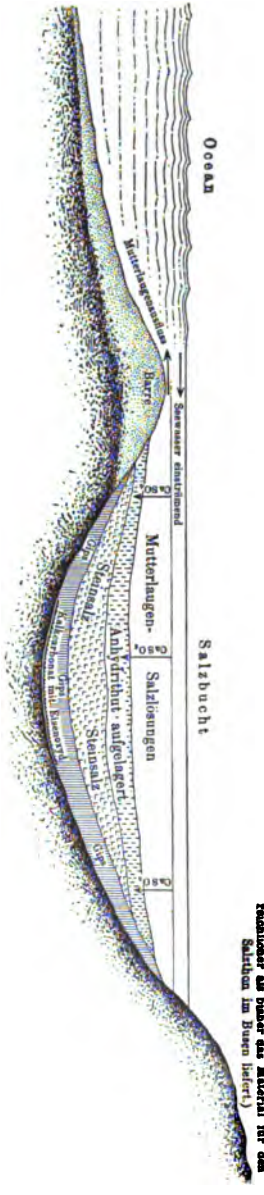


Fig. 18.

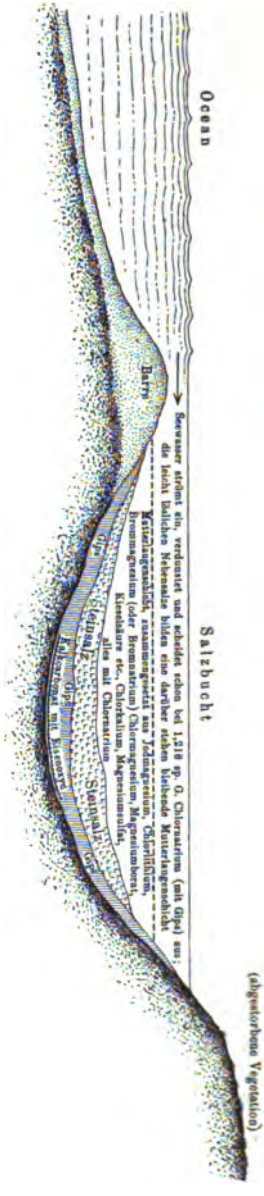


Fig. 17.

spärlichen Mengen. Umgekehrt kommt Chlorkalium, das nach *Usigli* in normalen Steinsalzflötzen ganz fehlen müfste, hier und da im Stein

Digitized by Google

salze solcher Lager, wie S. 27 erwähnt, vor. Bleibt man indessen bei den Angaben nach *Usiglios* Versuchen (deren ausgedehnte Wiederholung aufserordentlich wünschenswert ist), so lange keine besseren vorliegen, stehen, so ergiebt sich, dafs aus 1000 *Tln.* Meerwasser, das bei einem von 1000 auf 16,2 Raumteile reduzirten Gehalt und einem spezifischen Gewichte von 1,317 kein Wasser bei gewöhnlicher Temperatur mehr entläfst, in Prozenten ausgefallen sind:

NaCl	$MgCl_2$	*KCl*	*NaBr*	$MgSO_4$	$CaSO_4$	*NaJ* oder MgJ_2
91.290	4,620	0,000	40,260	25,180	100,000	0,0000.

Es bleiben demnach in 16,2 *Tln:*

8.710	95,380	100,000	59,740	74,820	0,000	100,0000,

d. h. von den ursprünglichen Mengen:

2.326	3,071	1,290	0,251	1,470	0,000	0,0024,

oder in 1000 *Tln:*

143.580	189,570	79,630	15,490	90,740	0,000	0.1431.

Das Verhältnis von Chlor zu Brom und Jod ist = 100 : 4,51 : 0,046. Man ersieht hier im Vergleiche mit der auf S. 175 gegebenen Zusammensetzung des Meerwassers sofort das bedeutende Übergewicht, das die leicht löslichen Nebensalze (Bittersalze) gewonnen haben. Schwefelsaures Calcium fehlt, kann aber unter Umständen wieder aus der Umsetzung von Chlorcalcium, das auch als eigentliches, wenngleich seltenes Mutterlaugensalz angesehen werden mufs — es setzt mit Chlormagnesium den Tachhydrit zusammen —, hervorgehen. Ein Barrenschlufs um diese Zeit liefert ein Steinsalzflötz mit darüberstehenden Mutterlaugen, die, sich selbst überlassen, so lange stagniren, bis ein Durchbruch irgendwo ihnen die Rückkehr in den Ozean ermöglicht.

Dem darunter gebliebenen, festen Steinsalzlager wird in dieser Form nur selten eine geologisch lange Lebensdauer beschieden sein; es entbehrt eines wasserdichten Schutzes gegen die zerstörenden Wirkungen der Feuchtigkeit. Ein wirksamer Schutz wird ihm erst durch die Bildung eines Anhydrithutes zu teil, im Verlauf der

4. Phase. Die Mutterlaugensalzschicht erreicht die Höhe der Zugangsöffnung in der Barre. Spezifisch schwerer als das einfache Seewasser beginnen die Lösungen, die über dem Steinsalze stehen, über den tieferen Teil der Barre auszufliefsen, in annähernd demselben Mafse, als sich ihre Masse durch die Verdunstung des oben eingedrungenen Ozeanwassers an Salzen vermehrt. Von diesen geht aber nur schwefelsaures Calcium und etwas Chlornatrium nieder, die übrigen werden von dem Mutterlaugenspiegel, der sich von der Unterkante der Barrenöffnung über den ganzen Busen ausbreitet, aufgenommen. Die Vorgänge werden langsamer, weil der Mutterlaugenausflufs weniger Seewasser einfliefsen läfst als bisher, so lange die Gegenströmung noch nicht zur Geltung gelangte. Das Becken ist einem Bittersee ähnlich; alle Vegetation am Lande ist vernichtet, und die infolge dessen etwa ver-

Digitized by Google

mehrten Staubmassen, die vom Lande hereingeweht werden, veranlassen dann eine Verstärkung der Salzthonlage über dem Salzkörper. Die Verhältnisse werden immer verwickelter (die Laboratoriumsversuche lassen im Stich), schwefelsaures Calcium, als am schwersten löslich, sinkt in die Tiefe und wird beim Passiren der konzentrirtesten Laken wasserfrei gemacht, d. h. in Anhydrit umgewandelt[1]), und lagert sich als Anhydrithut über dem Steinsalze ab (Fig. 18, a. S. 180).

Die festen Niederschläge, die sich unten andauernd vermehren, drängen die Mutterlaugen allmählich über die Barre der infolge der Ausfüllung immer flacher werdenden Salzbucht hinaus, und das Endergebnis ist ein wasserdicht zwischen liegendem Gyps und hangendem Anhydrit (-hut) eingepacktes Flötz von Chlornatrium. Es ist dabei also hangendes schwefelsaures Calcium als Deckschicht an die Stelle der leicht löslichen Bittersalze des Meerwassers, die sich über die Barre des ehemaligen Salzbusens wieder dem Ozean zuwandten, getreten.

Ein Zustand, wie hier geschildert ist, findet sich thatsächlich heute an der Ostseite des Kaspisees in mehreren Buchten. Der Adschidarjabusen empfängt durch seine schmale Öffnung Karabugas (schwarzer Schlund) Kaspiseewasser, läfst es verdunsten, Chlornatrium und schwefelsaures Calcium daraus niederschlagen, und sendet die dabei übrig bleibenden Mutterlaugen über die Barre des Karabugas dem Kaspisee wieder zu. Sie bestehen aus:

83,284 $NaCl$, 9,956 KCl, 0,251 $RbCl$, 129,377 $MgCl_2$, 0,193 $MgBr_2$ und 61,953 $MgSO_4$ (*C. Schmidt* 1876).

Das Steinsalz am Boden des Adschidarja besteht aus reinem Chlornatrium ohne eine Spur von Kalium. Ein Vergleich mit der Zusammensetzung des Kaspiseewassers (S. 21) ergiebt, dafs die Salzpfannen im Osten dem See das Chlornatrium entziehen, ihn also einem Bittersee immer ähnlicher machen werden. In der That sind seine Ostküsten bereits von Seetieren infolge der Mutterlaugenergüsse, die zudem noch von mehreren anderen Buchten ausgehen, fast entvölkert.

Eine Anhydrithutbildung scheint wegen der geringen Tiefe der Salzbuchten nicht in vollkommenem Mafse Platz zu greifen. Vielleicht weisen spätere Erforschungen der jetzt noch eine Wildnis darstellenden östlichen Gestade des südlichen Kaspisees und seiner Gewässer Anhydritniederschläge nach[2]).

---

[1]) Diese Umwandlung von Gyps in Anhydrit stellte sich auch *Mohr* (Geschichte der Erde 1866, S. 42) schon als eine Folge der wasseranziehenden Mutterlaugensalze vor, die dem Gyps seine „Hydratwasser" nehmen. Neuerdings hat *R. Brauns* die Anhydritbildung bei gewöhnlicher Temperatur und in Gegenwart von konzentrirten Salzlösungen experimentell bewiesen (1894).

[2]) Die Verhältnisse in der Karabugasbucht sind in den Jahren 1894 und 1897 auf Veranlassung des russischen Domänenministeriums von *Spindler*,

Digitized by Google

Dafs Anhydritbänke sich auch schon inmitten der Chlornatriumabsätze zusammenthun, ehe der Mutterlaugenspiegel die Barrenhöhe erreicht hat, ist wohl leicht erklärlich. Kieselsäure, die mit dem

---

H. Andrussow, *Ostroumow*, *Lebedintzeff* und *Maksimowitsch* untersucht worden (*Z. f. prakt. Geol.* 1898, S. 26; 1897, S. 368). Danach hat der Karabugas, der auf der Ostseite des Kaspischen Meeres liegt, eine Oberfläche von etwa 17000 *qkm* und ist sehr seicht, meist nicht mehr als 15 *m* tief. Es herrscht sehr trockene Witterung und trockene Winde wehen. Infolge dessen verdunstet das Wasser sehr stark.

Das aus dem Kaspisee durch die Meerenge der Bucht zuströmende Wasser enthält nach *Lebedintzeff* in 1000 *Tln.*:

0,780	*Tle.*	Chlornatrium,
0,044	„	Chlorkalium,
0,054	„	Chlormagnesium,
0,304	„	schwefelsaures Magnesium,
0,084	„	„ Calcium,
0,016	„	kohlensaures Calcium.

Im mittleren Teile erreicht die Konzentration 22 bis 23° *Bé.*, während das Wasser des Kaspisees nur 1,3° *Bé.* hat.

In der Nähe der Meerenge und an den Ufern merkt man noch die Wirkung des leichteren kaspischen Wassers. Schwefelsaures Magnesium ist im Verhältnis zu Chlornatrium im Kaspischen Meere weit stärker vertreten, als z. B. im Schwarzen Meere, nämlich etwa im Verhältnis von 1 zu 2, im Schwarzen Meere dagegen im Verhältnis von 1 zu 11.

Bei derartigen Mischungsverhältnissen wie im Kaspischen Meere ist der Kochsalzgehalt bei 22° *Bé.* noch weit von der Konzentration entfernt, er ist etwa 12,8 *Pzt.* Es bildet sich dort nun durch Umsetzung aus Chlornatrium und schwefelsaurem Magnesium Glaubersalz, das bis zu 14 *Pzt.* in dem Salzwasser enthalten sein kann (als Hydrat mit 10 *Mol.* Wasser). Bei einer Temperatur von 0° ist die Lösung schon bei 5 *Pzt.* mit Glaubersalz gesättigt. Es mufs sich also bei der Abkühlung der gröfste Teil des Salzes ausscheiden. Bei den Untersuchungen des Grundes fand man in Teilen mit geringerer Konzentration (16 bis 17° *Bé.*) auf dem Boden nur einzelne Gypskrystalle im Schlamme, nach der Mitte zu jedoch eine feste Kruste von Gyps und in der Mitte der Bucht ein Lager von reinem Glaubersalz, das aus durchsichtigen Krystallen besteht. Im Sommer bei 18 bis 19° ist das Lager über 1 Fufs mächtig, im Winter, wo sich mehr Glaubersalz ausscheidet, ist es viel stärker. Die ganze, mindestens 1 Fufs stark bedeckte Fläche mifst etwa 3500 *qkm* und enthält über 1000 Millionen Tonnen Glaubersalz. Die geringe Tiefe der Bucht wird eine vorteilhafte Gewinnung ermöglichen, was für Zwecke der Sodafabrikation wichtig ist, zumal da infolge von billiger Wasserfracht auch Brennmaterial (*Mazut* von *Baku*) billig zu beschaffen ist.

In der Bucht sterben die aus dem Kaspisee einwandernden Fische, was daran zu erkennen ist, dafs tote Fischkörper am Strande liegen. Eine massenhafte Ansammlung solcher Tierleichen wird, wie *H. Andrussow* ausspricht, Anlafs zur Bildung von Naphta geben können.

Wenn also auch die Verhältnisse in der Bucht Karabugas jetzt nicht zur Bildung von Steinsalzlagern führen, so können doch die Vorgänge daselbst als vorbildlich für die bei der Bildung von Steinsalzlagern gemäfs der *Ochsenius*schen Erklärung in Betracht kommenden Verhältnisse angesehen werden.

Digitized by Google

schwefelsauren Calcium niedergeht, macht dieses stellenweise zu nahezu feuersteinhartem Anhydrit, der am Stahle Funken giebt.

Die vierte Phase des Salzabscheidungsprozesses aus Meerwasser erläutert die Bildung des Anhydrithutes der Steinsalzflötze (Fig. 18).

Hiermit erledigen sich die von den Plutonisten (S. 165 u. f.) gegen die Herkunft des Salzes aus dem Ozean geltend gemachten Einwände, insbesondere sofern sie das Fehlen der leicht löslichen Salze über dem Steinsalz und dafür das Auftreten von Anhydrit als sonst unerklärlich bezeichnen. Das schwer lösliche schwefelsaure Calcium ersetzt in Form einer Deckschicht die über die Barre entweichenden leicht löslichen Verbindungen in einfacher Weise.

Wechsellagerungen der beiden Hauptbestandteile Chlornatrium und schwefelsaures Calcium erklären sich leicht, wenn man geringe Veränderungen in der Barrenhöhe annimmt. Über Modifikationen in den Niederschlägen, die dadurch entstehen, dafs eine Salzbucht zeit- oder periodenweise von einer benachbarten Effluvien statt reines Ozeanwasser aufnehmen mufs und damit örtlich abweichende Erscheinungen, wie die Stafsfurter sogenannten Jahresringe aufweisen wird, s. *Chemikerzeitung* 1887, Nr. 56 und *Z. f. prakt. Geol.* 1893, S. 220, Anm.

Das Fehlen des Anhydrithutes, z. B. bei nackten aufragenden Salzkolossen wie bei Cardona, in Siebenbürgen u. a. O., ist wohl zumeist der Zertrümmerung zuzuschreiben, die er bei späteren Hebungen erfahren hat. Entsprechend der Form ihrer Bildungsstätte haben die meisten Steinsalzlager eine linsenähnliche Gestaltung. Eine gewisse Analogie zwischen der Bildung des Salzthones aus dem eingewehten mineralischen Detritus und der des Tiefseethones aus der Zersetzung der bespülten und unterseeischen Silikatgesteine, sowie aus der Schlammtrübe der Flüsse ist naheliegend. Dagegen kommt der in eine Salzpfanne eingeführte Kalkstaub mehr als dolomitischer Mergel vor, wogegen im Ozean eine schärfere Trennung zwischen Thon und Kalk bemerklich ist; letzterer reicht da nicht in grofse Tiefen.

Die „Konstruktion" eines normal gebildeten Steinsalzlagers aus dem Ozean, dem ersten Empfänger, bezw. Auflöser der salinischen Substanzen des Erdballes, wie sie in vorstehendem geschildert, gilt nun für alle mächtigen Steinsalzflötze der Erdrinde. Es sind nur zwei Ausnahmen bislang bekannt geworden, nämlich die von gröfserem Umfange unter dem Plattendolomit des oberen deutschen Zechsteins, und die viel weniger bedeutende im galizischen Tertiär bei Kalusz.

In Norddeutschland sind die Mutterlaugensalze über ihrem Steinsalzflötz erhalten geblieben, wenn auch nicht ganz vollständig; spärlicher noch sind sie in Kalusz vertreten. Die Frage, die man besonders und mit Recht von chemischer Seite aufgeworfen hat, warum Jod in den Mutterlaugensalzlagern fehlt, da es doch im Meerwasser vorkommt, beantwortet *Ochsenius* wie folgt:

Stellt man sich das Salzgemisch der Mutterlaugenmasse über dem

Digitized by Google

hier und da mehr als 1000 *m* mächtigen Steinsalzniederschlag des deutschen Zechsteinmeeres als aus Schichten bestehend vor, wie sie in Phase 3 vermerkt sind, so ergiebt sich, dafs die oberste Schicht, die Jodmagnesium, Brommagnesium, Chlor- oder Jodlithium enthält, mit einem Teile von Chlormagnesium als leichtest lösliche Salze zuerst über die Barre auslaufen, sobald der Mutterlaugenspiegel deren Höhe erreicht hat und überschreiten will. Nachdem alle Jod- und Lithiumverbindungen, Brom fast und Chlormagnesium zum grofsen Teile ausgeflossen waren — während dieser Zeit kam der Ansatz zum Beginn der Anhydrithutbildung in Form der Polyhalitregion des Stafsfurter Lagers zur Geltung —, schlofs sich die Barre (sei es durch Versandung oder Hebung) des grofsen, deutschen Zechsteinsalzbusens, dem die verschiedenen Buchten und Becken mit ihrem jetzigen Gehalte an Mutterlaugensalzen angehörten; die vom Meere getrennten Salze wurden starr und durch mächtige Entwickelung von Thonmaterial, das sie als Decke von den Uferrändern erhielten, vor dem Zutritt von Luft und Feuchtigkeit geschützt. Etwas Lithium und Chlormagnesium wurde dabei von dem Salzthon aufgesogen. Die Geschichte des grofsen nationalen Kalischatzes, den Deutschland allein in der Tiefe des norddeutschen Flachlandes besitzt, weist also einen Zeitpunkt des Barrenschlusses nach, welcher beispiellos günstig war, d. h. gerade nach der Entfernung derjenigen Verbindungen, die vermöge ihrer grofsen, wasseranziehenden Kraft ein Erstarren des ganzen Salzgemisches, und damit dessen Erhaltung auf immer verhindert hätten.

Eine aufsergewöhnlich hohe Temperatur ist für eine Austrocknung des salinischen Buseninhaltes nicht nötig gewesen. Chlormagnesiumlösung wird bei 50° in der Sonne fest, das *Usiglio*sche Mutterlaugengemisch bei etwa 40°. (Die kryohydratische Temperatur einer gesättigten Lösung zweier Salze — bei welcher dieselbe vollständig erstarrt — liegt bekanntlich tiefer, als die jedes einzelnen Salzes [1]). In neuerer Zeit beobachtete Sonnenhitzen im Sande, wie z. B. 63,1° am Orinoco in weifsem Granitsande, 66,4° bei Schlanstedt unweit Oschersleben, 67° bei Kunrau in der Altmark, bis 70° im Kaplande, 74° in der Saharaoase Kauar, südlich von Tripolis, 78° bei Schläsli unweit Baghdad, in Mesopotamien und 82,2° in Australien (45,5° im Schatten) würden, wenn sie andauern, auch heute noch genügen, um eine schattenlose Salzfläche ohne Jodmagnesium etc. auszutrocknen.

Steinsalzabsätze aus dem Ozean, wie vorstehend erläutert, haben nun in allen geologischen Epochen, in denen Sedimente auftreten, stattgefunden.

Dolomite, deren Bildung aus Kalksteinen sich auf die Einwirkung von salinischen Lösungen bezw. Mutterlaugen, die in Salzbildungen

---

[1]) *W. Meyerhoffer*, Phasenregel 1893; *F. A. H. Schreinemakers*, *Chem.-Ztg., Rep.* 1893, S. 213.

Digitized by Google

ihren Ursprung haben, zurückführen läfst, finden sich bereits im Urgneis. Cambrisch sind offenbar die massigen Steinsalzflötze von Punjab und Saltrange in Ostindien[1]), quartär die von Petit Anse am Mexicanischen Meerbusen, und andere an der Ostseite des Kaspisees.

Die Herkunft massiger Chlornatriumvorkommen auf Gesteinszersetzungen zurückzuführen, ist unzulässig. Die Gesteine der Erdoberfläche, soweit sie dabei in Frage kommt, enthalten viel zu wenig Chlor. Dieses fehlt auch in den Eruptionsprodukten der südamerikanischen Feuerberge. Das von anderen Vulkanen ausgeworfene Chlornatrium etc. wird in den meisten Fällen folgerichtig auf salinische Schichten zurückzuleiten sein, die von der Lava erfafst wurden. Vereinzelte Fälle, in denen frei gewordenes Chlor zu natronhaltigen Gesteinen tritt und so Kochsalz erzeugt, sind allerdings vorhanden, aber im allgemeinen mufs angenommen werden, dafs die marinen Chloride, vorab Chlornatrium (mit Kalium-, Lithium-, Calcium-, Magnesium- etc. chlorid) die bei weitem gröfste Menge des Chlors aufgenommen und vergleichsweise nur selten und teilweise zur Bildung anderer Chloride hergegeben haben.

Das stellenweise beobachtete Abnehmen und Verschwinden des Chlornatriumgehaltes in manchen Soolquellen würde nicht vorkommen können, wenn Gesteinszersetzungen ihnen das salinische Material darböten.

Sehr selten hat wohl eine Ausfüllung des Salzbusens genau bis zur Barrenhöhe mit oberer und ebener Anhydritdecke stattgefunden. Das Spiel erlahmt mit dem Flacherwerden der Bai, von der Landseite verstärken Staubstürme, von der Seeseite Brandungssande die Barre, und da werden Mutterlaugenreste jeder Art in den Vertiefungen des Anhydrits und der Salzthonüberlagerung stehen geblieben sein. Diese quantitativ immer noch sehr beträchtlichen Mutterlaugenreste sind es, welche nach der Abtrennung von ihrer Geburtsstätte, dem Steinsalzlager, auf ihrem Rückwege zum Meere Salzseen bilden, wenn sie nach über- oder unterirdischem Laufe in abflufslose Niederungen geraten.

Auf dieselbe Abkunft müssen auch die natürlichen Soolen bezogen werden, was besonders durch den Gehalt an Mutterlaugensalzen bezeugt wird.

Diese von *Ochsenius* gegebenen Erklärungen machen allerdings verständlich, wie es möglich gewesen sein konnte, dafs Salzlager von bedeutender Mächtigkeit und in der mineralogischen Zusammensetzung, wie das Stafsfurter Lager mit seinen Gyps- und Anhydritbildungen, in Meeresbuchten entstehen konnten, und führen den von anderen Neptunisten schon früher ausgesprochenen Gedanken der Meeresbuchtenbildung zur Erläuterung aller beobachteten Verhältnisse näher aus.

[1]) Dort liegt Steinsalz mit gypsigen Mergeln unter versteinerungsleerem Sandstein und einer an 60 *m* starken Zone von cambrischen, metamorphischen Schiefern mit *Obulus* und *Siphonotreta*.

Digitized by Google

G. Bischof[1]) äufsert sich über die Bildung der Salzlager in gleichem Sinne mit folgenden Worten:

„Wird eine Meeresbucht durch Sandbänke vom Ozean so abgetrennt, dafs nur eine beschränkte Kommunikation übrig bleibt, so werden, infolge der Verdunstung des eingeschlossenen Meerwassers, Salzabsätze wie in den Salzgärten des Mittelländischen Meeres entstehen. Wird eine solche Bucht von den Sandbänken so eingeschlossen, dafs nur zur Zeit der Flut das Wasser des Ozeans über sie fliefsen kann, so wird das verdunstende Wasser immer wieder ersetzt, und die Salzabsätze dauern fort, bis die ganze Bucht durch sie und durch mechanische Sedimente ausgefüllt ist. Würde z. B. das Rote Meer oder der Persische Meerbusen auf solche Weise vom Ozean abgetrennt, so würden sich unter der Voraussetzung, dafs die Süfswasserzuflüsse weniger als die Verdunstung betrügen, was von diesen in und nahe an der heifsen Zone gelegenen Meerbusen angenommen werden kann, Salzlager von einer Ausdehnung bilden, gegen welche unsere europäischen verschwänden."

Indessen bei aller Anerkennung der von *Ochsenius* gegebenen Bildungserklärungen wird man nicht verkennen dürfen, dafs sich auch unter anderen Umständen Salzablagerungen bilden, z. B. in abgeschlossenen Seebecken, die bei starker Wasserverdunstung durch Flüsse gespeist werden, die ihnen salinisches Material zuführen, wie die zahlreichen Seen der Wüsten und Steppen mit ihren Salzlagern. Unter anderen erfüllt auch das Tote Meer die Bedingungen zur Bildung eines Salzlagers. Aber auch der Bildungsweise wird man einigen Raum gewähren dürfen, wobei das salinische Material unmittelbar der Gesteinszersetzung seinen Ursprung verdankt und in abflufslosen Niederungen zu Salzansammlungen führt, ohne dafs das Material zunächst der Lösung im Meerwasser unterworfen worden wäre.

Bedenkt man, dafs immerhin nicht unbeträchtliche, wenn auch geringe Mengen salinischen Materials in den Urgesteinen, wie Granit und Gneis, enthalten sind, und dafs eine der Masse aller Sedimentgesteine annähernd entsprechende Menge dieser Urgesteine der Zerstörung und Verwitterung unterworfen gewesen sind, so wird man sich dem nicht verschliefsen dürfen, dafs nicht nur das Meerwasser beträchtliche Salzmengen aus diesen Urgesteinen erhalten hat, sondern dafs sich salinisches Material auch auf dem Festlande in Salzseen, aus denen sich Salz in Lagern ausscheiden konnte, angesammelt haben wird. Zum gröfseren Teil werden solche Salzansammlungen freilich bei späteren Meeresbedeckungen zerstört worden und nur, wo sie durch schützendes Gesteinsmaterial der auflösenden Wirkung des überflutenden Meerwassers entzogen waren, erhalten geblieben sein. Immerhin wird man, wo diese Bildungsweise Platz gegriffen hat, nur minder bedeutende Salzvorkommen erwarten können.

---

[1]) *Lehrb. d. chem. u. phys. Geolog.* 1854, 2, 1718.

Digitized by Google

Indessen auch abgesehen von diesen sekundären und primären Salzablagerungen untergeordneter Art, wird man Zweifel hegen dürfen, ob die *Ochsenius*sche Hypothese mit Notwendigkeit zur Erklärung der Entstehung aller gröfseren Steinsalzlager und insbesondere des norddeutschen mit seinen Mutterlaugensalzen dienen mufs, ob es wohl nötig gewesen ist, dafs für jedes zusammenhängende Steinsalzvorkommen eine annähernd horizontal verlaufende Barre eine besondere Bucht vom offenen Ozean abschneiden mufste, ob diese Barre sich dann für die Anhydritbildung und den Abflufs von Mutterlaugen im Gegenstrom in angemessener Höhe halten und schliefslich ganz schliefsen mufste, bis sich eine schützende Decke von Salzthon und Anhydrit über dem Salzschatze ausbreiten konnte, ob es jenes „vierfachen Glücksfalles", wie sich *Ochsenius* ausdrückt, bedurfte, um Deutschland die reichen Kaliumsalzlager zu geben.

Die Vorgänge erscheinen nach der *Ochsenius*schen Erklärung trotz des Vergleiches mit dem Adschidarjabusen, der ja immerhin noch wesentlich andere Verhältnisse zeigt, etwas gezwungen, so dafs man wohl zweifeln darf, ob sie gerade typisch für alle Salzbildungen gewesen sind. Gewifs wird sich auch *Ochsenius* die Vorgänge nicht genau schematisch verlaufen denken und mancherlei Abweichungen zulassen. Diese werden aber um so mehr begründet sein, je mehr bei gewissen gleichartigen Verhältnissen wesentliche Verschiedenheiten in den Salzlagervorkommen anscheinend zusammenhängender Becken, wie das sächsisch-thüringisch-hannoversche, erkennen lassen.

Auch ohne die Kenntnis solcher Verschiedenheiten wird man sich sagen müssen, dafs die Ablagerung des Steinsalzes und der Mutterlaugensalze in einem so grofsen Becken, wie das zwischen Elbe und Weser gelegene, örtlich sehr verschieden ausfallen mufste. Entsprechend den verschiedenen Strömungen im Becken, dem verschiedenen Verdunstungsmafse, das durch die Stärke und Richtung der Winde, die Wärme und den Sättigungsgrad (Thaupunkt) der Luft beeinflufst wird, und entsprechend den verschiedenen Tiefen des Beckens, müfste nicht nur das Mafs des Salzniederschlages, sondern auch die Folge und Art der verschiedenen Salzniederschläge verschieden ausfallen. Dementsprechend wird man nicht erwarten dürfen, dafs sich die wertvollen Kaliumsalze gleichmäfsig wie ein Tischtuch über die fast ebene Steinsalzunterlage ausgebreitet haben [1]).

Durchweg aber wird die Steinsalzunterlage nicht gewesen sein, wenn sie in ihren Unebenheiten auch meist gerundete Formen gezeigt haben wird. Man wird nicht annehmen dürfen, dafs während einer Zeitperiode von 15000 Jahren, die zur Bildung des älteren Stafsfurter Steinsalzlagers nötig gewesen sein sollen, oder selbst bei einer nur 1000jährigen Periode völlige Ruhe in den festen Erdschichten geherrscht

[1]) *C. Ochsenius*, Kuxenzeitung 1898, Nr. 66 u. f.

Digitized by Google

und erst danach alle die Veränderungen begonnen hätten, die das Salzgebirge nach jetziger Beobachtung in der ursprünglichen Lagerung gestört haben und auf Pressungen in den Erdschichten zurückzuführen sind, die zum grösseren Teil wohl in der Wasseraufnahme der Gesteine, z. B. auch des Anhydrits bei der Umwandlung in Gyps, ihren Grund haben. Mäfsige Veränderungen der Oberfläche des liegenden Steinsalzlagers werden schon während seiner Bildung vorgekommen sein müssen und sich auch in der Periode des Fortwachsens gezeigt haben.

Wo Steinsalzlager in bestimmt erkennbaren, durch Anhydrit oder Gyps begrenzten Bänken aufgeschlossen sind und abgebaut werden, erkennt man den Wechsel der Mächtigkeit in den einzelnen Bänken, und wo man auf liegendem Gyps oder Anhydrit entlang baut, erblickt man eine unebene wellige Fläche, deren Wellenberge sich in die untere Steinsalzbank eingedrückt haben. Derartige Runzelungen werden bald nach der Ablagerung begonnen und sich während des Salzniederschlages durch Wasseraufnahme fortgesetzt haben, zum Teil zu einer Zeit, als die Salzmasse noch nachgiebig genug war, so dafs sie in den höheren Bänken nur mäfsig erkennbar sind, die nur den Hauptwellenbergen und -thälern folgen.

Bei der Betrachtung über die Bildung der Salzlager wird man sich fragen dürfen, ob denn in der Natur nicht ähnliche Verhältnisse vorgelegen haben können, wie sie an den Gestaden der Meere im Kleinen auf künstliche und geordnete Weise in den Gärten der Meersalinen geschaffen werden. Dafs das Ergebnis eines natürlichen grofsen Salzgartens in dem Zechsteinbecken ein etwas anderes sein mufste, als das in den Meersalinen, ist zweifellos, wenn man andere Temperaturverhältnisse, andere Absatztiefen und auch eine andere Zusammensetzung des Meerwassers anzunehmen hat.

Was diese letztere betrifft, so ist zu beachten, dafs bei den unermefslichen Ablagerungen von Chlornatrium und den verhältnismäfsig nur geringen Ablagerungen von Mutterlaugensalzen, die nach der Berechnung selbst an ihrer Lagerstätte zu dem daselbst abgelagerten Kochsalz nicht in der Menge vorhanden sind, als der Zusammensetzung des jetzigen Meerwassers entspricht, in diesem das Verhältnis der leicht löslichen Salze gegenüber den schwer löslichen (besonders Chlornatrium und Gyps) heutigen Tages gröfser sein wird als ehedem, und dafs man es im Zeitalter des Zechsteines mit einem Meerwasser zu thun hatte, in dem der Chlornatriumgehalt gegenüber den Mutterlaugensalzen stärker hervortrat, ohne dafs der gesammte Salzgehalt deshalb hätte höher sein müssen (s. S. 164). Unter stärkerem Druck, wobei sich z. B. schwefelsaures Calcium nicht als Gyps, sondern als Anhydrit abscheidet (Meerestiefen von 1000 *m* übten einen Druck von mehr als 100 *Atm.* aus). bei anderer Zusammensetzung des Meerwassers, vielleicht auch höherer Temperatur unter sengender Sonne, wird die Salzabscheidung etwas anders verlaufen, als in den Salzgärten.

Digitized by Google

Indessen man würde trotzdem diese durch die Kunst eingeleiteten Vorgänge nicht als Vorbild für Vorgänge in der Natur nehmen dürfen, wenn nicht Verhältnisse vorlägen, die auf eine Ähnlichkeit der Vorgänge schliefsen lassen.

Man wird sich mit Recht fragen, ob denn für alle auf dem europäischen Kontinent und Britannien bekannten Salzvorkommen eine abgesonderte Entstehung von einem offenen Meere her wahrscheinlich sein mufs, ob nicht vielmehr diese Vorkommen zum gröfseren Teile in einem ursächlichen Zusammenhange stehen konnten und als einzelne Teile grofser Salzgärten erkannt werden können. Man wird sich fragen, ob sich ein solcher Zusammenhang, zunächst für die Zechsteinsalze, nicht herleiten läfst aus Bildungsverhältnissen, wie sie aller Wahrscheinlichkeit nach in vordyasischer Zeit vorhanden gewesen sind.

Es ist bemerkenswert, dafs die europäischen Steinsalzablagerungen, besonders die älteren, meist den Steinkohlenvorkommen benachbart sind: die Steinsalzlager im Donetzbecken bei Bachmut den Steinkohlenlagern daselbst, die Salzlager zwischen Elbe und Weser dem westfälischen Steinkohlenbecken, darüber hinaus die von Lothringen dem Saarbrücker Becken, die neuerdings erschlossenen Salzlager des Niederrheins, die sich vielleicht über Holland fortsetzen, dem Aachen-Lütticher Steinkohlenbecken und schliefslich die britischen und irischen Salzlager den dortigen Steinkohlenlagern.

Diese Nachbarschaft mufs einen besonderen Grund haben, der darin zu finden ist, dafs das in der Carbonzeit vorhandene Meeresbecken mit annähernd gleichem Küstensaume auch zur Zeit der Zechsteinablagerungen und bei Bildung der Salzlager noch vorhanden war.

Man wird sich zu vergegenwärtigen haben, dafs zur Carbonzeit ein mächtiges Mittelmeerbecken den europäischen Kontinent durchzogen haben wird, das von Osten nach Westen durchströmt wurde. Die Einströmung wird an der nordischen Küste Rufslands zu suchen sein. Der Meeresstrom fand seinen Anfang wahrscheinlich weit im Osten und bestrich die sibirische Küste mit vielleicht südlicherer Grenze als heute. Sie fand bei der Einmündung in der Linie Spitzbergen, Bäreninsel eine westliche Begrenzung und nahm durch Rufsland einen nordsüdlichen Verlauf bis in die Gegend des Donetzbeckens, wo sie eine südliche Begrenzung fand und eine westliche Richtung annahm, um über Norddeutschland, Belgien, Nordfrankreich, England, vielleicht zwischen Skandinavien und Shetlandsinseln wieder mit dem offenen Ozeane in Verbindung zu kommen. Der Verlauf des europäischen Carbonbettes bezeichnet das Bett dieses Mittelmeeres und die Steinkohlenbecken den südlichen, in England den westlichen Küstensaum.

Diesem Mittelmeer werden zur Carbonzeit aus den durchströmten Ländergebieten durch zahlreiche Süfswasserflüsse bedeutende Mengen Süfswasser zugeführt worden sein, weit mehr, als bei einem dem Sättigungsgrade nahen Feuchtigkeitsgehalte der Luft, der die auf dem

Digitized by Google

Devonfestlande emporwachsende üppigste Tropenvegetation begünstigte, von der Oberfläche des Meeres verdunsten konnte. Über der vom Ozean her gespeisten Salzwasserströmung als Grundströmung lagerte sich eine bedeutende Süfswasserschicht, die ebenfalls der ost-westlichen Richtung folgte und weithin die Küstenländer überschwemmte oder ihre Wassermassen an der Ausströmungsstelle dem Ozeane zuführte.

Aufser den Süfswassermassen wurden nun aus den durchströmten weiten Ländergebieten, vielleicht zum Teil schon von den asiatischen Küsten und weiter von den nordamerikanischen Carbongebieten her in wachsender Menge teils von den Küstensäumen durch Meeresüberschwemmungen, teils durch die Flufsläufe aus dem Inneren des Landes Holz- und überhaupt Landpflanzenmaterial zugeschwemmt, das sich dort an den Küstenstrichen in unermefslichen Mengen ansammelte und von der Meeresströmung weitergeführt wurde. Vermöge der Beschaffenheit des Meeresstromes mit einer Süfswasserschicht über dem salzigen Grundstrome konnte weit mehr Holz zugleich hinabgeflöfst werden. Was die obere Wasserschicht nicht mehr tragen konnte, wurde auf der spezifisch schwereren Salzwasserschicht noch weithin mitgenommen. Auf diese Weise konnte das Pflanzenmaterial weit länger schwimmend erhalten werden, als auf einem Süfswasserstrome, und konnte von weiten Ländergebieten her an bestimmten Anschwemmungsgebieten, die, der centrifugalen Kraft der gewundenen Meeresströmung folgend, an den Aufsenküsten liegen mufsten, zusammengeflöfst und abgelagert werden. Dort bildeten sie das Material für die Steinkohlenlager, die danach mit Recht als Flötze bezeichnet werden, da sie in der Hauptmasse zusammengeflöfstem Material ihren Ursprung verdanken.

Diese Anschwemmungsgebiete werden meist eine eigene Küsten- und Binnenlandvegetation gehabt haben, so lange sie noch nicht dauernd unter das Meeresniveau gesunken waren, so dafs man alle jene Merkmale wird finden müssen, die zu der Erklärung einer (schwerlich möglichen) autochthonen Entstehung der Steinkohlenlager geführt haben. Diese Eigenvegetation wird sich von neuem jedesmal haben entwickeln können, wenn das mit abgelagertem Holzmaterial gefüllte Anschwemmungsgebiet mit thonig-sandiger Decke aus den Meeresüberschwemmungen überschüttet worden und dann etwa wieder für längere Zeit über das Meeresniveau hinausgewachsen war.

Die Doppelbeschaffenheit des Binnenmeeres erklärt den eigentümlichen Wechsel von Süfswasser- und Seewasserorganismen, erklärt auch die verschiedenartige Ausbildung der unteren Stufe der Steinkohlenformation, teils als Kohlenkalk, teils als Culm, erklärt auch, dafs die produktive Zone der Carbonformation sowohl über dem Culm als auch über dem Kohlenkalk zur Ausbildung gelangen konnte.

Die Ähnlichkeit der fossilen Organismen in weit von einander entfernten Becken wird durch das Vorhandensein einer grofsen Meeresströmung, die für alle Kohlenlagergebiete Bedeutung hatte, erklärt.

Digitized by Google

Man wird ein allmähliches und ziemlich gleichmäfsiges Sinken der Anschwemmungsgebiete, soweit dies nicht von Rücken umschlossene tiefere Meeresbecken waren, anzunehmen haben, das lange Perioden hindurch angedauert hat und es dadurch möglich machte, dafs sich die produktive Steinkohlenformation in solcher Mächtigkeit ausbildete. Da, wo dies Sinken nicht in dem Mafse erfolgte, blieben die Ablagerungen spärlicher. Dafs aber die am Ende des Binnenmeeres und an der westlichen scharfen Wendung liegenden Anschwemmungsgebiete, Westfalen, Saarbrücken, England, besonders reich mit Anschwemmungsmaterial versorgt wurden, ist aus den dargestellten Verhältnissen erklärlich. Viel mag aufserdem noch in den offenen Ozean hinausgewandert und zum Teil noch in nördlichen Gebieten, wenn die Strömung dahin führte, gesammelt worden sein.

Die Carbonflora bereitete sich durch ihre übergrofse Üppigkeit selbst den Untergang. Der Boden mufste mit der Zeit steril werden. Die mächtigen Ablagerungen von Kohlenflötzen und Gesteinsbänken in den Anschwemmungsgebieten drückten als gewaltige Last auf ihre Unterlage und gegen das weiche, noch zähflüssige Erdmagma. Durch die beim Sinken entstandenen Risse und Spalten wurde die heifse, zähe Gesteinsmasse nach oben gedrängt. Dies konnte noch verstärkt werden durch expandirende Wasserdämpfe aus der in den sinkenden Sedimentgesteinsschichten enthaltenen Feuchtigkeit. Porphyre und Melaphyre traten an die Oberfläche und lieferten das Hauptmaterial für das Rotliegende. Ein gewaltiges Brausen und Wogen in den Wassern wird entstanden sein, wo die plutonischen Massen mit diesen in Berührung kamen. Da, wo die Hitze den Pflanzenwuchs nicht völlig zerstörte, werden die entwickelten schädlichen Gase den letzten Rest der Carbonvegetation in weitem Umkreise zerstört haben. Was etwa noch an Pflanzenmaterial vorhanden war, wurde noch angeschwemmt und bildete Flötze in dem unteren Rotliegenden, dem Kohlenrotliegenden. Gewaltige, durch die aufsergewöhnlich grofse Wasserverdunstung entstehende Wolkenbrüche werden in verhältnismäfsig kurzem Zeitverlaufe das Material für das gesammte Rotliegende zusammengeschwemmt haben, das sich deshalb auch arm an organischen Resten zeigt, dem indessen durch die Meeresströmung auch ozeanische Organismen zugeführt werden konnten.

Weit ruhiger als in dem westlichen Ländergebiete scheint sich der Übergang zum Zechstein in dem östlichen, von Meerwasser erfüllten Becken, im heutigen Rufsland, vollzogen zu haben. Überall traten jedoch nun infolge der Sterilität der Ländergebiete und infolge der Ausbrüche plutonischer Gesteine wesentlich andere Verhältnisse ein.

Die Bodenbewegungen hatten die Verbindung mit dem Ozean nach Westen zu ganz oder teilweise gesperrt, so dafs nun ein einseitig geschlossener Meeresarm entstanden war, der den europäischen Kontinent durchzog. Dieser hatte vielleicht in der Wesergegend seine westliche

Digitized by Google

Begrenzung durch das höher liegende Carbongebirge, und von Nordwesten her reichte ein kürzerer Meeresarm, dem älteren Verlaufe des Binnenmeeres folgend, bis nahe an diese Grenze heran. Die unterseeischen Eruptionen hatten eine Menge Wasser aus dem Meere zum Verdunsten gebracht und dadurch den Salzgehalt erhöht. Sengende Winde bestrichen von dem steril und zu einer Wüste gewordenen Lande die Wasseroberfläche und beschleunigten die Verdunstung. Die Süfswasserschicht über dem Binnenmeere verschwand, der Wasserspiegel sank, da kein ausreichender Ersatz mehr aus den Landgebieten kam. Infolge dessen wurde der Seewasserzufluſs von Osten her immer reichlicher.

Da die Verdunstung nun die Wasserzufuhr überstieg, mehrte sich der Salzreichtum des geschlossenen Binnenmeeres. Dadurch entstand aber ein reichliches Sterben unter den Fischen und sonstigen Meeresbewohnern. Die Cadaver wurden an bestimmten Stellen, die den alten Anschwemmungsgebieten der Carbonzeit benachbart waren, zusammengeschwemmt. Wo sie von dem aus dem Meere abgelagerten Schlamme, dessen Material von den Küsten abgeschwemmt oder von den Wüstenwinden in die See getragen wurde, bedeckt worden waren, konnten sie das Material zur Entstehung von Erdöl bilden. Sonst war die Folge der Zersetzung und der möglichen Reduktion schwefelsaurer Erden, wie des niedergeschlagenen Gypses die Entwickelung von Schwefelwasserstoff, wie auch jetzt in der Karabugasbucht beobachtet wird. Die Entwickelung von Schwefelwasserstoff muſste jedoch das Absterben der Fische noch verstärken und veranlaſste vor allem die Ausfällung der Metalle aus dem Meerwasser, so daſs sich diese in den feinen Schlammmassen ablagerten und das Kupferschieferflötz des unteren Zechsteines bildeten. Diese Metalle brauchen nicht in Lösung in gröſserer Menge vom Lande her in das Meer hineingelaufen zu sein. Sie werden allerdings auch aus den Landgesteinen nach und nach ausgezogen worden sein. Indessen die Eruptivgesteine selbst werden Metallstoffe geführt haben. Bei der Berührung des heiſsen Gesteinsmagmas mit dem Seewasser wurden Chlorsalze zersetzt und es war reichlich Gelegenheit gegeben, die Metalle in lösliche Verbindungen überzuführen. Dadurch muſste der im Meerwasser sicherlich schon vorhandene Metallgehalt noch erhöht werden.

Die starken Wasserniederschläge zur Zeit der Eruptionen, die in reichlicher Menge Kohlensäure aus der Luft mit niederschlugen, beschleunigten die Gesteinszersetzungen. Viel Kalk wurde in den Wassern gelöst und dem Meeresbecken zugeführt, so daſs die unteren Zechsteinbildungen reich an Kalksteinablagerungen wurden.

Mit zunehmender Anreicherung des Meeresbeckens kam dann schwefelsaures Calcium, in groſsen Meerestiefen unter bedeutendem Druck als Anhydrit zur Ablagerung. Durch Wasseraufnahme konnte er sich später teilweise oder ganz in Gyps umwandeln. Die dadurch erzeugte Pressung rief dann Fältelungen und wellige Lagerung hervor.

Digitized by Google

Schliefslich fiel Kochsalz aus und bildete die in dem ganzen Verlaufe des Binnenmeeres von Rufsland bis zur Weser bekannten Zechsteinsalzlager. Die dauernde Speisung von Nordosten her durch ein breites, vielleicht schon flacher gewordenes Meer lieferte beständigen Ersatz für die westlichen Meeresteile. Auf dem langen Wege reicherte sich das Seewasser nach und nach bis zur Sättigung an und brachte, der alten Strömungsrichtung folgend, zunächst im Donetzbecken gesättigte Soole an. In dem westlichen Verlaufe füllte sich nach und nach das ganze Meeresbecken (von Sperenberg bis Segeberg) mit gesättigter Soole. Dem entsprechend mufsten die Salzlager je weiter nach Westen um so stärker ausfallen, wurden in Brandenburg stärker als in Inowrazlaw und als in Rufsland. Nicht immer gleichmäfsig stark auf dem Wege bis zum südrussischen Ablagerungsgebiete wird die Anreicherung des Seewassers an Salzen ausgefallen sein. Langte das Seewasser periodisch minder angereichert an, so mufsten sich stärkere Ablagerungen von Anhydrit und Gyps in Bänken zwischen die Salzlager schieben. Reiner und reiner wurden die Salzabsätze nach dem Westen zu. Die Stärke konnte je nach der Tiefe des Meeresbodens, je nach der Strömungsrichtung, je nach der Stärke etwaiger Süfswasserzuflüsse vom Lande und je nach der herrschenden Windrichtung an verschiedenen Teilen des Meeresbeckens verschieden sein, mochte z. B. im südlichen Teile von Brandenburg stärker sein als in Holstein. In dem langen Verlaufe des Binnenmeeres werden möglicherweise Bodenerhebungen einzelne Teile mehr oder weniger abgeschnürt und für die Speisung und Verdunstung mehr oder weniger günstig abgesperrt haben. Die Speisung konnte dann periodisch stärker und schwächer sein. Dann mufste der Absatz ungleichmäfsig werden, Schichten mit mehr Gyps oder Anhydrit wechselten dann mit Bänken reineren Steinsalzes. Das ganze Zechsteinbinnenmeer nahm also die Gestalt eines grofsen Salzgartens an, der nicht durch eine schmale Öffnung mit der Möglichkeit des Mutterlaugenrücklaufs nach unten, der bei der Länge des Weges unnatürlich erscheinen mufs, sondern durch ein breites, flaches Meerbecken vom Ozean her gespeist wurde, und sicherlich auch einzelne, wenn auch nicht scharf getrennte Beete oder Becken enthielt.

Eine schärfere Trennung mufs freilich der zwischen Elbe und Weser gelegene Teil des Binnenmeeres erfahren haben, der als das letzte Glied in der Kette des grofsen Natursalzgartens anzusehen ist und auch die Mutterlaugensalze aufgenommen hat. Wenn dabei von einem Glücksfalle zu reden ist, so ist es der, dafs die Verbindung nach Westen mit dem Ausflufs zum Ozean unterbrochen war. Eine periodische, mehr oder weniger starke Speisung dieses letzten Salzbeetes mit gesättigter Soole aus dem östlichen Teile über die Bodenerhebungen des Culm etc. hinweg mufste veranlassen, dafs mehr oder weniger starke Anhydrit- oder Gypsbänke mit Steinsalzbänken wechselten. Es entstand eine Bänderung, die an die in kleinerem Mafsstabe zu beob

Digitized by Google

achtende Bänderung des Pfannensteins der Siedepfannen erinnert, die durch die wiederholten Füllungen der Pfannen mit frischer Soole entsteht, wobei der Salzniederschlag jedoch in der Hauptmenge weggenommen wird. Es entstanden die sogenannten Jahresringe des Stafsfurter Lagers. Indessen wird man bei dieser Speisung mit gesättigter Soole nicht auf Jahresperioden zu schliefsen brauchen. Ebbe und Flut, die bei einem so weit von Ost nach West gestreckten breiten Meeresbecken zur Geltung kommen mufsten, besonders die Zeiten der Springfluten oder die Zeiten herrschender lebhafter östlicher Winde und diese Ursachen zugleich, mufsten sich immer wiederholende, mehr oder weniger beträchtliche Speisungen hervorrufen, und ebenso schnell neue Salzabsätze bewirken, wie sie in den günstigst gelegenen Salzgärten der heifsen dürren Gegenden, z. B. Arabiens, in den letzten Konzentrationsbeeten erzielt werden. Man erkennt daraus, dafs man die für Stafsfurt berechnete Zahl von 15000 Jahren durch eine gröfsere Zahl zu teilen haben wird, ohne dabei auf unnatürlich grofse Verdunstungsleistungen zu kommen.

Die vom östlichen Meeresteile hinüberfliefsende gesättigte Soole war reich an Mutterlaugensalzen, die sich in dem westlichen abgeschlossenen Becken mehr und mehr anreicherten. Bei zunehmender Anreicherung fielen mit jeder neuen Speisung nicht nur schwefelsaures Calcium, sondern auch andere schwefelsaure Salze aus. Es entstand die Polyhalitregion, der dann die anderen Ablagerungen nach Mafsgabe der Löslichkeitsverhältnisse folgten.

Allzu sparsam wird dabei die Natur nicht verfahren sein. Die Speisung wird zeitweilig stärker gewesen sein, als das Becken zwischen Elbe und Weser zu fassen vermochte. Dauernde östliche Winde trieben die obersten Salzlösungsschichten, in denen vorzugsweise die leichtest löslichen Mutterlaugensalze enthalten waren, über die westlichen Ufer hinweg, wo sie die westfälischen Carbonfelder tränkten oder dort in den westlichen Meerbusen und in den Ozean zurückflossen.

Viel Mutterlauge wird auf diese Weise verloren gegangen sein, denn aus dem grofsen östlichen Binnenmeere konnten weit gröfsere Mengen Kaliumsalze angesammelt werden, selbst wenn der Gehalt an Mutterlaugensalzen im Meere ehedem weit geringer im Verhältnis zum Kochsalzgehalte gewesen ist. Nur ein kleiner Teil der in dem europäischen Zechsteinmeere vom Ozean aus hineingesandten Mutterlaugensalze ist angesammelt worden, zur Ablagerung gekommen und erhalten geblieben. Aber eben dieses verschwenderische Verfahren ist nützlich gewesen für die Ablagerung der leichter löslichen Salze, wie oben S. 185 schon erörtert ist.

Man wird überzeugt sein müssen, dafs in der Stafsfurter Gegend die Stelle gelegen hat, von der aus das Becken zwischen Elbe und Weser mit frischem, konzentrirtem Meerwasser gespeist worden ist, da sich hier der Wechsel der Ablagerungen am deutlichsten und folge-

Digitized by Google

richtigsten nach Maſsgabe der Mischungs- und Löslichkeitsverhältnisse vollzogen hat. Die in das hannöversche Gebiet hineinführende und wahrscheinlich um die Bodenerhebung des Harzes auf dessen westlicher Seite herumführende und sich nach Thüringen fortsetzende Strömung brachte eine gleichmäſsiger zusammengesetzte, von schwefelsauren Salzen mehr gereinigte Soole dorthin, so daſs hier die Polyhalitregion und Kieseritregion nicht mehr zur Entwickelung kommen konnten. Die Kieserite sind ja nicht ganz verschwunden, wie denn auch in dem dem Staſsfurter Beckenteile näher gelegenen Lager des Kaliwerkes Hercynia Carnallit mit Kieserit bekannt ist. In der Hauptsache trifft man in den hannöverschen und thüringischen Aufschlüssen das in den Löslichkeitsverhältnissen dem Chlornatrium näher stehende Chlorkalium und auch noch schwefelsaures Magnesium, und zwischen den Steinsalzbänken lagert Sylvin, Sylvinit und Hartsalz, weniger Carnallit als Hauptvertreter der Mutterlaugensalze.

Periodische Veränderungen des Klimas, stärkere Niederschlagsmengen und mindere Verdunstungskraft der Luft verursachten, daſs minder angereicherte Soole zeitweilig bis in die westlichen Teile des europäischen Mittelmeeres gelangten und Anlaſs gaben, daſs sich über den Salzlagern wieder eine Anhydritschicht bildete. Hielten diese Strömungen längere Zeit an, so wurden auch die Mutterlaugen aus dem westlichen Schluſsbecken weggeführt und bei reichlicher Füllung konnte sich, wenn wieder eine Periode stärkerer Verdunstung eintrat, von neuem ein Steinsalzlager bilden und absetzen. Neue Salzwasserzuströmungen führten endlich den letzten Rest von Mutterlaugen hinweg ins Land oder in den Ozean.

Die Perioden stärkerer Niederschläge wurden auch von lebhafteren Winden begleitet, diese sowie die Regengüsse führten Thonstaub und Schlammmaterial in das Seebecken und es erfüllten sich die Bedingungen zur Ablagerung des Salzthones.

Senkungen in den westlichen Teilen des mitteleuropäischen Beckens ermöglichten dann die Wiederherstellung des Carbonmittelmeeres mit Seewasserspeisung und Abfluſs.

Derartige Vorgänge werden sich nun auch in anderen langgestreckten Binnenmeeren vollzogen haben, nur vielleicht mit dem Unterschiede, daſs der Abschluſs des letzten Konzentrationsbeckens nicht ausreichend war, um Mutterlaugensalze abscheiden zu lassen. Man wird bei den südeuropäischen Salzvorkommen ebenfalls an einen groſsen, von Ost nach West gestreckten Meeresarm denken können, der von Asien her bis Spanien reichte und dessen letzte Spuren noch das jetzige Mittelländische Meer, das Tote Meer und die Salzsteppen Kleinasiens, Persiens u. s. w. sind.

In den einzelnen Formationsperioden, in denen Salz abgelagert worden ist, wird ja der Schluſs des Beckens, in dem das Meerwasser den zur Salzausscheidung erforderlichen Konzentrationsgrad erhielt,

Digitized by Google

eine verschiedene Lage gehabt haben und kann sich auch während ein und derselben Bildungsperiode verlegt haben.

Bei Schluſs der Zechsteinperiode mögen stürmische Winde das Material der Buntsandsteinformation zusammengeweht haben, teils als lockerer Landabsatz, teils als fester, gebundener Absatz im Seewasser. Zeitweilig, bei anhaltender Dürre, konnte sich das Wasser des Binnenmeeres wieder stark genug konzentriren, um hier und da in den Buntsandsteinschichten Salzlager zu bilden, die sogar stellenweise Mutterlaugensalze führen. Während der Muschelkalkformation waren die Verhältnisse für den Salzabsatz wiederum besonders günstig. Das Binnenmeer lieferte wiederum eine gröſsere Salzernte für diese Formation. Damals hatte das Binnenmeer eine starke südwestliche Ausbuchtung erhalten, die weit über die der Carbonzeit hinausreichte. Über Thüringen verlief der Meeresarm nach Süddeutschland, überdeckte Württemberg und reichte bis zur Schweiz und wahrscheinlich bis in das Salzkammergut. Die in dem dort freilich sehr gestörten Salzgebirge vorhandenen geringen Mengen Mutterlaugensalze lassen erkennen, daſs in diesem vom Einfluſs entferntesten Teile Mutterlaugensalze in gröſserer Anreicherung vorhanden gewesen sind, die aber vielleicht durch eine Verbindung mit dem südeuropäischen Meere weggeschwemmt oder bei den späteren Gebirgsstörungen entführt worden sind.

Folgerichtig erkennt man, daſs die thüringischen Ablagerungen ein stark mit Anhydrit versetztes Steinsalz enthalten, während die württembergischen Lager ein sehr reines Steinsalz aufweisen, daſs also gewissermaſsen das thüringische Muschelkalkbecken die Störpfanne, das württembergische die Soggepfanne gewesen ist.

In der Periode der oberen Muschelkalkbildungen haben sich die Becken wieder mit normalem Seewasser gefüllt. Bis zur Ausscheidung von Mutterlaugensalzen ist es im thüringischen und württembergischen Becken nicht gekommen. Zur Zeit der Keuperbildung mochten sich, begünstigt durch die reichlicheren Niederschläge, Verhältnisse herausgebildet haben, die einige Ähnlichkeit mit den Verhältnissen der Carbonzeit erlangten. Das Binnenmeer wurde durch Süſswasserzuflüsse vom Lande her stark ausgesüſst und die obere Süſswasserschicht bedeckte weite Ländergebiete. An den flachen Ufern wurde wiederum viel Pflanzenmaterial angeschwemmt, das sich ablagerte und die Keuperkohlenflötze bildete. Änderungen in den Verdunstungsverhältnissen konnten dann wieder zu Salzanreicherungen in dem Meeresarme führen und in besonderen Buchten Salzausscheidungen zur Folge haben, so daſs die Keupersalzlager entstanden, in Lothringen, in England. Folgerichtig erkennt man auch hier wieder, daſs die Salzausscheidung in den am weitesten nach Westen gelegenen Meeresteilen sich vollzogen und in dem äuſsersten Becken (in England) die gröſste Mächtigkeit erlangt hat. Die Mutterlaugensalze sind auch hier weggeschwemmt worden, die Mutterlaugen sind dem Ozean zugeflossen.

Digitized by Google

Bedeutende Senkungen im Westen und Süden des Triasgebietes führten zu ansehnlichen Erweiterungen des Meeres und leiteten mit den oberen Keuperbildungen die Juraformation ein.

Der Verlauf von England über Nordfrankreich, Nordwest- und Süddeutschland, Schweiz, Österreich, Schlesien, Galizien und Rufsland zeigt, welchen Umfang das europäische Meer genommen hatte, aus dem einzelne Teile der älteren Bildungen als Inseln hervortauchen mochten.

Es erübrigt, den weiteren Verlauf zu verfolgen. Es genügt, zu erkennen, wie bei einem derartigen Verlaufe von Binnenmeeresströmungen, je nach dem Wechsel der klimatischen Verhältnisse, Kohlenflötze, marine Gesteinsablagerungen oder Salzlager entstehen konnten und entstehen mufsten. Dieser Wechsel hat sich im Laufe der Bildungsperioden der Erde bis in die jüngsten Perioden erhalten, wie die Braunkohlenlager und Salzlager der Tertiärzeit beweisen.

Aus dem nordeuropäischen Mittelmeere, das zur Zeit der Braunkohlenbildungen durch Verflachung mehr und mehr den Charakter eines Süfswassermeeres angenommen hatte, während marine Salzbildungen nur noch im östlichen Gebiete (Galizien, Ungarn u. a. O.) vorkamen, tauchte der mitteleuropäische Kontinent schliefslich aus dem Meere hervor. Die Wasserbeckenkette: Weifses Meer, Bottnischer Meerbusen mit dem finnischen Seengebiete, Ostsee, dann über Jütland hinweg Nordsee, deutet noch die Richtung des alten Binnenmeeres in seinem nördlichsten kürzesten Verlaufe an. Nach Süden zu mag das Seengebiet Südrufslands mit dem Ural- und Caspisee weit nach Süden gerückte Reste des alten Salzmeeres sein, das zuletzt noch den Karpathen ihr Salz geliefert hat. Der starke Magnesiumgehalt der südrussischen Seen läfst darauf schliefsen, dafs ihr Ursprung in Überspülungen von Salzwassern, die reich an Mutterlaugen waren, gefunden werden darf.

Es bleibt zu untersuchen, ob die hier in allgemeinen Grundzügen gegebene Erklärung der Entstehung der Salzlager durch lange Konzentrationsbecken oder auf langen Konzentrationswegen sich den Bildungsverhältnissen in allen Einzelheiten anpafst. Die weiteren Beobachtungen und Untersuchungen über die Beschaffenheit der Salzlager und ihren Zusammenhang werden Aufschlufs darüber geben, welche besonderen Verhältnisse für den einzelnen Fall noch bestanden haben mögen. Bei den norddeutschen Ablagerungen wird man sich z. B. fragen, ob das mecklenburgische Becken ebenso wie das hannoversche und thüringische etwa vom Stafsfurter Becken aus gespeist worden ist oder vielleicht unmittelbar aus dem brandenburgischen Salzmeere. Auch für das Mansfeldsche Vorkommen wird man erwägen, ob es erst auf dem Umwege über Thüringen in einer westöstlichen Strömung, die südlich von der Harzerhebung[1]) verlaufen mochte, gespeist worden ist, oder

[1]) Der Harz wird schon zur Carbonzeit eine vielleicht als Inselgruppe aus dem Meere hervortauchende Bodenerhebung gebildet haben müssen. Da-

Digitized by Google

unmittelbar aus dem Stafsfurter längs der Ostseite des Harzes, oder unmittelbar vom brandenburgischen Becken.

Ferner wird es nicht ausgeschlossen oder wahrscheinlich sein, dafs das hannoversche Becken zeitweilig auch aus dem westlichen Meeresarme, der abgetrennt war, aber mit dem Ozean noch in Verbindung stand und von der früheren Ausflufsöffnung her mit Seewasser gespeist wurde, über die an der Weser gelegenen Beckenränder hinweg Zuflüsse minder reichen Salzwassers erhielt. Der Spiegel des Mutterlaugenbeckens zwischen Elbe und Weser mochte in der Regel niedriger liegen, als der des westlichen Meeresarmes. Einspülungen von dieser Seite mufsten in den zunächst gelegenen Gebieten Hannovers die Regelmäfsigkeit der Ablagerung beeinträchtigen. Die Kaliumsalzlager konnten sich nicht in solcher Mächtigkeit wie im Stafsfurter Becken ausscheiden. Anhydrit- und Steinsalzbänke konnten in öfterer Wiederholung mit Kaliumsalzlagern wechseln, was sich nach den bisherigen hannoverschen Aufschlüssen zu bestätigen scheint.

Derartige Störungen und Veränderungen können also im einzelnen eingetreten sein.

Im allgemeinen wird durch die hier gegebene Erklärung bewiesen, wie es möglich sein konnte, dafs in weit kürzeren Bildungsperioden, die hinter den sonst üblichen Annahmen weit zurückbleiben, durch bedeutende natürliche Massenwirkungen die unermefslichen wertvollen Mineralschätze, insbesondere des Carbons und der Salzformationen, zur Ansammlung kommen konnten und dafs aller Wahrscheinlichkeit nach die Entstehung der Steinkohlen-, der Kupferschiefer-, der Steinsalzlager den von Osten kommenden Meeresströmungen zu verdanken ist, die aus dem Meerwasser zunächst das schwimmende Gut, dann die Metalle und schliefslich das Salz abgelagert haben.

Mit diesen Betrachtungen erhält man einen interessanten Einblick in den Zusammenhang der Schöpfungsgeschichte.

Über die besonderen Bildungsverhältnisse des Stafsfurter Lagers, insbesondere die Entstehung der verschiedenen Salzabsätze und Mineralien sind die Ansichten noch nicht völlig geklärt [1]).

---

für sprechen die auf der Ostseite gelegenen Anschwemmungsgebiete, die zur Ablagerung von Steinkohlen und später von bauwürdigen Kupferschiefern geführt haben. Die Meeresströmung mochte also diese Inselgruppe linkskreisend umfliefsen.

[1]) Siehe: *C. Ochsenius*, Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze, unter spezieller Berücksichtigung der Flötze von Douglashall. Halle 1877 und *Chem.-Ztg.* 1877, S. 848, 935, 962, 1549.

E. Pfeiffer, *Pr. Z.* 1885, **33**, 71 u. f., und *Chem.-Ztg.* 1887, S. 1393.

Kosmann in *Muspratts Techn. Chemie* 1892, **4**, 1020 u. f.

J. H. van't Hoff und *Dr. W. Meyerhoffer*, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stafsfurter Salzlagers. Sitzungsber. der kgl. pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1897 (Sonderabdrücke), H. 6, 10, 24, 46, 52.

Digitized by Google

Die wichtigeren Salzvorkommen und Salzgewinnungsstätten in den einzelnen Ländern der Erde, nebst statistischen Mitteilungen über Produktion und Absatz.

Europäische Staaten.

1. Deutschland.

Deutschland birgt in seinen in der norddeutschen Tiefebene an zahlreichen Stellen aufgeschlossenen Steinsalzlagern einen in Jahrtausenden nicht zu erschöpfenden Schatz, der durch das bis jetzt einzigartige Vorkommen von Kalium- und Magnesiumsalzen besonders wertvoll ist. Die Fortsetzung dieses bei Stafsfurt und in nächster und weiterer Umgebung in zahlreichen Schächten ausgebeuteten Salzlagerzuges nach Osten zu ist durch die Bohrungen bei Sperenberg, südlich von Berlin, bei Rüdersdorf und durch die Aufschlüsse bei Inowrazlaw an der russischen Grenze nachgewiesen. In der nördlichen Fortsetzung liegen die Aufschlüsse bei Lüneburg und bei Jessenitz in der Nähe von Lübtheen, sowie das durch Bohrungen nachgewiesene Vorkommen von Segeberg in Holstein. Die zahlreichen, seit langem bekannten Soolquellen in Pommern mögen in einigem Zusammenhange mit diesem weitausgedehnten Steinsalzbecken stehen. In westlicher Fortsetzung dieser gewaltigen Steinsalzablagerung trifft man auf die von zahlreichen Salinen ausgebeuteten Soolquellen in Hannover und Westfalen. Zwischen dem Harz und Thüringen werden Salzlager nur bei Erfurt und neuerdings bei Sondershausen ausgebeutet, sind aber durch Bohrungen, die gesättigte Soole geliefert haben, noch an zahlreichen anderen Orten nachgewiesen worden, so bei Artern, bei Stotternheim und neuerdings bei Bleicherode, bei Arnshall und durch die zahlreichen Bohrungen am Südwestabhange des Thüringer Waldes. In der östlichen Fortsetzung dieses thüringischen Beckens hat man bis jetzt bei allen Bohrungen und Gebirgsuntersuchungen keine Steinsalzlager gefunden, neuerdings jedoch zwischen Eisleben und Halle mit Kaliumsalzen; dagegen treten bis nahe an die Grenze des Königreichs Sachsen zahlreiche Soolquellen auf, wie bei Sulza, Kösen, Dürrenberg, Kötzschau, Teuditz und Halle, die zum Teil seit uralten Zeiten und noch jetzt die Grundlage bedeutenden Salinenbetriebes bilden. In der westlichen Fortsetzung dieses thüringischen Steinsalzlagerzuges sind durch neuere Bohrungen bis über die Werra hinaus Steinsalzlager nachgewiesen worden, wo bisher nur Soolquellen, wie bei Sooden an der Werra, bekannt waren.

Digitized by Google

Im westlichen Deutschland treten in den älteren Gebirgsformationen nur schwächere Soolquellen auf, die indessen an einzelnen Orten noch bis heute dem Salinenbetriebe dienen, so bei Orb in der Provinz Hessen-Nassau und jenseits des Rheines in der Nähe bei Kreuznach und Münster am Stein. Früher als das norddeutsche Steinsalzvorkommen ist das in Süddeutschland in Württemberg zwischen Jagst, Kocher und Neckar auftretende Vorkommen bekannt geworden, das jetzt durch drei Steinsalzwerke ausgebeutet wird (Wilhelmsglück bei Hall, Friedrichshall bei Jagstfeld und Salzwerk Heilbronn bei Heilbronn). Soolquellen, die mit diesem Vorkommen im Zusammenhange zu stehen scheinen, liefern aufserdem das Material für eine Reihe ansehnlicher Salinen. Weiter südlich ist Steinsalz bei Stetten in Hohenzollern erschlossen und westlich davon in Baden bilden Aufschlüsse von Soolquellen bei Dürrheim die Grundlage zum Salinenbetriebe. Nach Süden zu schliefsen sich dann die Vorkommen in der Schweiz bei Basel und Rheinhausen an (schweizerische Rheinsalinen).

Bayern hat, abgesehen von einer wenig ausbeutefähigen Soolquelle bei Kissingen und einer in der Pfalz bei Dürkheim (Philippshall), bei Reichenhall und Berchtesgaden wertvolle Quellen für den Salinenbetrieb, in Berchtesgaden durch das Auftreten des salzführenden Haselgebirges wie im österreichischen Salzkammergute, in Reichenhall durch Soolquellen (s. S. 215).

In Elsass-Lothringen sind zwar Salzlager bei Dieuze, Vic- und Château-Salins aufgeschlossen, indessen benutzen die dortigen Salinen nur die durch die Aufschlüsse gewonnenen reichen Soolen zum Salinenbetriebe.

Staſsfurt. Von den Steinsalzvorkommen Deutschlands ist das bei Staſsfurt früher (S. 123 u. f.) ausführlich beschrieben worden. Bergbau betreiben dort und im weiteren Umkreise:

der preufsische Fiskus mit den beiden neueren Schachtanlagen Achenbachschacht und Berlepschschacht und der Neuanlage bei Tarthun (Brefeldschacht), die älteren Schächte von der Heydt, Manteuffel und Maybach dienen zur Wasserhaltung, Fahrung und Wetterlösung, letzterer ist neuerdings zur Förderung wieder eingerichtet worden;

der anhaltische Fiskus mit der Werksanlage Leopoldshall und der neuen Anlage Friedrichshall;

die Gewerkschaft Ludwig II. bei Staſsfurt (Riebeckschacht);

die Gewerkschaft Neustaſsfurt (Schächte Agathe und Hammacher) bei Löderburg (drei Schächte);

die Aktiengesellschaft Konsolidirte Alkaliwerke bei Westeregeln (Douglashall) mit zwei Schächten: Viktoria Augusta und Wilhelm;

die Aktiengesellschaft Kaliwerke Aschersleben, früher Gewerkschaft Schmidtmannshall bei Aschersleben, deren Hauptschacht-

Digitized by Google

anlage im Jahre 1895 durch Wassereinbrüche zum Erliegen kam, mit drei Schächten;

die Aktiengesellschaft Deutsche Solvaywerke bei Bernburg (Anhalt), Solvayhall mit zwei Schächten bei Plömnitz und Roschwitz;

die Gewerkschaft Hercynia bei Vienenburg, Provinz Hannover, mit zwei Schächten;

die Gewerkschaft Wilhelmshall bei Anderbeck am Huy;

die Aktiengesellschaft Thiederhall bei Thiede,

die Gewerkschaft Hedwigsburg bei Wolfenbüttel, beide im Herzogtum Braunschweig.

Auf dem staatlichen preufsischen Salzwerke bei Stafsfurt wird Steinsalz nur auf dem Achenbachschachte gefördert, aufserdem gewinnt man in dem betreffenden Schachtfelde Carnallit und Kainit; im Berlepschschachtfelde Kainit und Sylvinit. Aufserdem wird Borazit in geringen Mengen gewonnen.

Gewonnen wurden auf dem preufsischen Werke im Jahre 1896:

91 330 *t* Steinsalz, 303 706 *t* Kaliumsalze.

Davon wurden vermahlen

35 377 *t* Steinsalz,
158 127 *t* Kaliumsalze, dazu kamen 254 *t* Torfmullzusatz,

zusammen 193 504 *t*.

Abgesetzt wurden

	im Inlande	im europ. Auslande	i. überseeischen Auslande	Summe
	t	*t*	*t*	*t*
Fördersteinsalz	42 351	210	1 740	44 301
Fabriksalz	3 891	110	20 839	24 840
Gemahl. Krystallsalz	2 332	—	—	2 332
Viehsalz u. Lecksteine . . .	4 925	—	—	4 925
Gewerbesalze	3 199	—	—	3 199
	56 698	320	22 579	79 597

An Kaliumsalzen wurden verwendet und abgesetzt

zur Chlorkaliumbereitung	114 032 *t*,
zur Düngung an Landwirte	5 537 „
zu Bädern und Kältemischungen	1 043 „
zur Tränkung von Grubenholz u. a. . .	15 „
an Kainit und Sylvinit	149 765 „
zur Borsäurebereitung	45 „
	270 437 *t*.

Das Salzwerk beschäftigt 843 Arbeiter, davon 572 unter Tage.

Die Häuerleistung in achtstündiger Schicht war

beim Steinsalz	19 123 *kg*,
bei den Kaliumsalzen	27 822 „

wobei der Häuer bei der Steinsalzgewinnung 4 *Mk.* 93 *Pf.*, bei der Kaliumsalzgewinnung 4 *Mk.* 72 *Pf.* in der Schicht verdiente.

Das Abbauverfahren ist im zweiten Teile beschrieben. Das Werk besitzt eine eigene Chlorkaliumfabrik bei der Achenbachschachtanlage.

Digitized by Google

In den Salzbergwerken des Stafsfurt-Halberstädter Zuges und dessen Fortsetzung wurden im Jahre 1896 gefördert:

	Preufs. Werk bei Stafsfurt	Leopoldshall Friedrichshall bei Stafsfurt	Neustafsfurt bei Löderburg	Ludwig II. bei Stafsfurt	Schmidtmannshall bei Ascherleben	Douglashall bei Westeregeln	Wilhelmshall bei Anderbeck	Hercynia bei Vienenburg	Solvayhall bei Bernburg
	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Steinsalz	79 648	53 181	53 274	44 517	—	—	—	—	40 714
Kainit	149 258	125 710	160 564	—	—	121 205	89 016	96 420	107 000
Andere Kaliumsalze	120 701	148 167	97 851	71 469	95 272	98 960	51 676	51 376	107 894
Kieserit	—	557	974	232	242	—	—	345	—
Borazit	37	13	82	16	27	7	—	2	—
zusammen	349 644	327 628	312 745	116 234	95 541	220 172	140 692	148 143	255 608
Wert *Mk.*	5 170 846	4 743 327	3 894 395	1 123 291	1 084 596	2 825 030	1 814 733	1 867 416	2 947 000
Beschäftigte Arbeiter	843	1 049	815	368	375	759	421	440	858

Im Deutschen Reiche betrug 1896 die Produktion:	Zahl der Werke		Förderung		Davon sind zum Auflösen und Versieden abgegeben		Bleiben absatzfähige Rohsalze		Wert von 1 *t*	Zahl der Arbeiter
	Hauptbetrieb	Nebenbetrieb	Menge *t*	Wert *Mk.*	Menge *t*	Wert *Mk.*	Menge *t*	Wert *Mk.*	*Mk.*	
Steinsalz	9	6	758 866	3 249 108	272 047	784 263	486 819	2 464 845	5,06	929
Kainit	2	7	877 885	13 298 759	77 044	1 195 081	800 841	12 103 678	15.11	1004
Andere Kaliumsalze	9	1	902 707	11 857 234	679 061	9 039 031	223 646	2 818 203	12.60	5910
Kieserit, Glaubersalz u. a.	—	5	2 350	20 821	—	—	2 350	20 821	8,86	—
Borazit	—	7	184	42 481	15	3 228	169	39 253	232,35	—
zusammen	20	—	2 541 992	28 468 403	1 028 167	11 021 603	1 513 825	17 446 800	11.52	7843

Digitized by Google

Erfurt[1]). In den 40er und 50er Jahren unternahm der preufsische Staat in der Absicht, reichhaltigere Soolen oder Steinsalzlager zu erschliefsen, weil die zumeist mit schwacher Soole arbeitenden 22 Salinen des Staates den Salzbedarf des Landes nicht vollauf deckten, an zahlreichen Orten Bohrungen, z. B. bei Artern und Stafsfurt, bei den daselbst betriebenen staatlichen Salinen, bei Elmen, bei Dürrenberg, bei Königsborn, bei Stetten in Hohenzollern, bei Kösen, bei Oeynhausen und in Oberschlesien, teils mit, teils ohne Erfolg.

In der Nähe von Erfurt, auf dem Johannesfelde bei Ilversgehofen, wurde im Jahre 1851 mit Bohrungen begonnen. Bekannt waren in der Nachbarschaft bereits die Soolquellen bei Stotternheim (Saline Luisenhall) und Buffleben (Saline Ernsthall). Nach Durchteufung der Kiesschichten und mächtiger Bänke von Keupermergel und Keupersandstein, traf man in dem darunter liegenden Muschelkalk Soolquellen an, die mit zunehmender Teufe reichhaltiger wurden, und Ende 1854 stiefs man bei 340,3 *m* Teufe auf ein Steinsalzlager, das man in 23,5 *m* Mächtigkeit durchbohrte. Die im Jahre 1857 begonnene Schachtanlage mit zwei Schächten war im Jahre 1862 vollendet, so dafs das Werk seit jenem Jahre in Förderung steht. Später wurde noch eine Saline dabei eingerichtet, in der die gewonnene durch Steinsalz angereicherte Schachtsoole versotten wird.

In dem Lager, das nur ein schwaches Einfallen zeigt, unterscheidet man eine reinere, Krystallsalz führende Bank im Liegenden von 1,53 *m* Mächtigkeit als Einbruchssalz, darüber ein 0,2 *m* starkes Anhydritmittel und dann eine etwa 19 *m* mächtige Bank weniger reinen, durch Anhydrit grau gefärbten krystallinischen Salzes als Firstensalz.

Eine Analyse von Erfurter Krystallsalz ergab:

99,58	*Pzt.*	Chlornatrium,
0,20	„	schwefelsaures Calcium,
0,03	„	Chlormagnesium,
0,19	„	Wasser.

Die Salzgewinnung ist im zweiten Teile beschrieben.

Das Salzwerk zu Erfurt förderte im Jahre 1896 18571 *t* Steinsalz, wovon 6175 *t* vermahlen wurden, und beschäftigte 58 Arbeiter, aufser dem acht Arbeiter auf der zugehörigen Saline.

Zu Inowrazlaw[2]) in Posen hat man das Steinsalzlager im Jahre 1870/71 in 125 bis 258 *m* Teufe in verschiedener Mächtigkeit durchbohrt. Es ist auf 1800 *m* Erstreckung an sieben Punkten aufgeschlossen worden. Man hat über 180 *m* in der Lagerstätte gebohrt, ohne das Liegende zu erreichen. Auf dem königl. Steinsalzbergwerke Pielk ist das Salzlager bei 160 *m* Teufe in Abbau. Die Schichten fallen über 60° nach Norden, dann steil nach Süden und darauf wieder steil nach

[1]) *Pr. Z.* 1858, **6**, 174; *Öst. Z.* 1869, **17**, Nr. 2 (*Aigner*).
[2]) *Pr. Z.* 1875, **23**, 4.

Digitized by Google

Norden, so dafs man es hier mit Sattel- und Muldenbildungen zu thun zu haben scheint. In dem weifsen, auch rötlich und grau gefärbten Steinsalz verlaufen quer zur Schichtung graue Anhydritschnüre und Bänder mit etwas Kalium- und Magnesiumsalzen, die leicht verwittern. Früher baute man in 8 *m* hohen, jetzt in 10 *m* hohen und 10 *m* breiten Pfeilern, die zunächst durch 2 *m* hohe Einbruchstrecken vorgerichtet werden. Zur Bohrarbeit benutzt man die verbesserte *Lisbeth*sche Handbohrmaschine, zum Sprengen verwendet man Roburit, einen Sprengstoff von sägespänartigem Aussehen, der an der Luft mit ruhiger Flamme abbrennt. Man besetzt die Schüsse mit Salzbohrmehl, das, in Papierpatronen gefüllt, in die Löcher eingeführt wird. Beim Firstennachschiefsen über dem Einbruche stehen die Arbeiter auf den herabgestürzten, gewonnenen und in Haufen sich auftürmenden Salzstücken.

Ein in der Grube hervorquellender Soolbach wird in hölzerne Gefluter gefafst und zur Soolgewinnung verwendet. Durch ihn sind stellenweise bis 20 *m* tiefe seitliche Auswaschungen hervorgebracht. Ein von Süden kommender Soolbach bildet zahlreiche Naturschächtchen im Steinsalz, indem er den Klüften folgt. Einzelne solcher Schächtchen sind bis zu 40 *m* tief mit gerippten Wänden. Losgelöste mächtige Schollen und Blöcke liegen wirr auf einander gehäuft.

Aufser dem preufsischen Staate, der dabei eine Saline betreibt, baut auch eine Aktiengesellschaft (Kons. Inowrazlaw) auf dem Salzlager.

Das Staatswerk dient nur zur Soolgewinnung für die Saline. Das Privatwerk gewinnt Steinsalz. 1896 betrug die Förderung 35826 *t*.

Die bedeutenden Salzlager südlich von Berlin und in Holstein, die durch die Bohrungen des preufsischen Fiskus nachgewiesen worden sind, werden nicht ausgebeutet, weil dazu ein Bedarf nicht vorliegt.

Die Bohrungen bei Sperenberg, etwa 30 *km* südlich von Berlin, wurden in den Jahren 1867 bis 1871 ausgeführt. In der Sohle eines verlassenen Gypsbruches wurde die Bohrung am 27. März 1867 angesetzt und bei 1271,45 *m* Teufe am 15. September 1871 eingestellt. Man durchteufte

0,63	*m*	Schutt,
85,21	„	hell-blaugrauen Gyps,
1,57	„	hellen, fast weifsen mit Anhydrit gemengten Gyps,
0,60	„	reinen Anhydrit,
0,80	„	steinsalzhaltigen Anhydrit,
1182,64	„	reines Steinsalz,
zus. 1271,45	*m*,	

das Liegende des Steinsalzes war dabei noch nicht erreicht.

Das Salz war rein, farblos und durchsichtig, es zeigte starke Spaltbarkeit nach den Würfelflächen und enthielt nur in den oberen Lagen und einmal auch in gröfserer Tiefe in stärkerem Mafse, jedoch nur selten über 4,2 bis 4,6 *Pzt.* Anhydrit. Ein Kaliumgehalt war nicht nachzuweisen, Magnesium nur in Spuren.

Digitized by Google

Bei der Bohrung beobachtete man eine wesentliche Temperaturzunahme nach der Tiefe, die durchschnittlich auf 31,39 *m* 0,76° ausmachte [1]).

Bei Segeberg in Holstein hat man im Jahre 1868 in einem dortigen Gypsbruche ein Bohrloch angesetzt und bei 148 *m* ein Lager sehr reinen Steinsalzes angefahren, in dem die Bohrung noch auf 9,5 *m* fortgesetzt wurde. In einem zweiten, 3,8 *km* davon entfernten Bohrloche bei Stipsdorf traf man dasselbe Lager bei 97,3 *m* Teufe und setzte darin die Bohrung bis 21,7 *m* fort. An dieser Stelle war das Salz weniger rein. Die günstige Lage zwischen Ost- und Nordsee liefs die preufsische Regierung zu dem Entschlufs kommen, hier ein Steinsalzbergwerk anzulegen. Der im Jahre 1870 begonnene Schacht konnte nur bis zu 95,6 *m* abgeteuft werden. Dann brachen aus den an vielen Stellen den Anhydrit durchsetzenden Klüften, die mit Thon und Sand gefüllt waren, Wasser in solcher Menge durch, dafs sie auch mit Hülfe eines 50,3 *m* tiefen Nebenschachtes nicht bewältigt werden konnten und die Fortsetzung der Werksanlage im Jahre 1880 aufgegeben wurde.

Die in den siebziger Jahren erfolgten Steinsalzaufschlüsse im Regierungsbezirke Mersebung bei Alsleben und Zscherben führten zur Verleihung der Steinsalzbergwerke Ernsthall bei Beensenlaublingen und Luisenhall bei Zscherben. Bei ersterem hatte man das Steinsalz in sehr reiner Beschaffenheit in 280 *m* Teufe angefahren, und die Bohrung bis zu etwa 70 *m* darin fortgesetzt. Mittels des Fundbohrloches und später noch angesetzter Bohrlöcher soolt man das Lager aus und verwendet die gesättigte Soole auf der Saline Laublingen zur Siedesalzerzeugung. Der Fund bei Zscherben, der zum Aufsuchen von Kaliumsalzen noch weiter untersucht worden war, wurde nicht weiter benutzt.

Die Mansfeldsche Gewerkschaft eröffnete im Jahre 1872 auf Grund eines Fundes zwischen dem Welfisholze und Burgörner, wo ein 3,6 *m* mächtiges Steinsalzlager angefahren worden war, Bergbau auf Steinsalz, gab diesen jedoch im folgenden Jahre wieder auf.

Von gröfserer Bedeutung wird der im Jahre 1898 bei Bohrungen auf Steinkohle am Niederrhein zwischen Ruhrort und Wesel gemachte Salzfund werden können, da ein dort gelegenes Salzwerk bei der weit nach Nordwesten vorgerückten Lage, entfernt von Konkurrenzwerken und bei den günstigen Transportverhältnissen, ein gutes Absatzgebiet haben wird, z. B. auch für die holländischen Salzraffinerien.

Welcher Formation das gegen 130 *m* mächtige Salzlager angehört, ist noch nicht sicher festgestellt. Bei der Lage zwischen den lothringischen und englischen Keupersalzlagerstätten kann man vermuten, dafs es derselben Bildungsperiode angehört. Nach der Auffassung anderer ist es dem Zechstein zuzurechnen [2]).

---

[1]) *N. Jahrb. f. Min.* 1879, S. 116. *Pr. Z.* 1872, **20**, 286; 1877, **25**, 58.
[2]) *Z. f. pr. Geol.* 1898, S. 179 und 442; 1899, S. 50.

Digitized by Google

Durchteuft sind [1])

bis 360 *m* Tertiärschichten,
„ 469,5 „ Sandstein, Gyps, Anhydrit,
„ 599,5 „ Steinsalz,
„ 657 „ Anhydrit, Schieferthon,
„ 886,9 „ Steinkohlengebirge.

Die Bohrung bei Alpen (Kreis Mörs) soll auch das Auftreten von Kaliumsalzen nachgewiesen haben.

Bohrungen der Internationalen Bohrgesellschaft bei Issum (Kreis Geldern) haben eine Soolquelle mit Kaliumsalzgehalt erschlossen.

Von weit geringerer Bedeutung als in Brandenburg und Stafsfurt sind die Salzlager des Zechsteins im südthüringischen Becken. Bei Salzungen, wo die Gewerkschaft Bernhardshall zur Ausbeutung von Kaliumsalzen mit dem Bau einer Schachtanlage beschäftigt ist, durchteufte man bis 128 *m* Buntsandstein, der fast horizontal mit schwachem Einfallen nach Südsüdost in den oberen Teufen als körniger, meist weifser, zum Teil rot geflammter Sandstein in Bänken lagerte. Dann folgten dunkelrote, thonige Schieferletten (Bröckelschiefer), die sehr wasserarm waren. Weiter folgten thonige, lettige, wasserundurchlässige Schichten, die den Übergang zum Zechstein bildeten. Darunter lagerte, 15 *m* mächtig, dolomitischer Kalkstein (Plattendolomit) des oberen Zechsteins, der sehr klüftig war, so dafs sich die Bohrspülwasser verloren. Es folgten 40 *m* graue und rote Schieferthone mit Bänken von Gyps und Anhydrit und 10 *m* Salzthon als Decke des Salzlagers. Dann wurden 178 bis 230 *m* Steinsalz durchbohrt, das auf einer mäfsig starken Anhydritschicht lagerte. Darunter wurden Stinkschiefer des Zechsteins angefahren.

Bei Arnshall am nördlichen Rande des Thüringer Waldes erbohrte man bei 433 *m* Teufe im oberen Buntsandstein (Röt) ein 11 *m* starkes Steinsalzlager mit stellenweise reichem Kaliumgehalt. Hier folgen unter 80 *m* mächtigen Keuperschichten 245 *m* Muschelkalk und bis 447 *m* Röt, dann mittlerer und unterer Buntsandstein, den man bis 733 *m* verfolgte. Ein Bergbau auf Kaliumsalze dürfte indessen kaum lohnend sein.

Zu Hall in Württemberg mit dem Steinsalzbergwerke Wilhelmsglück [2]) ist 1822 ein im Muschelkalk liegendes Steinsalzlager erschlossen worden. Das Lager ist schwach geneigt und auf etwa 500 *m* Breite in ostwestlicher Richtung, und über 1100 *m* Länge in nordsüdlicher Richtung aufgeschlossen, ohne dafs das Ende erreicht wäre. Es ist in der Mitte etwa 8,8 *m* mächtig. Das Lager besteht aus fester, körniger Salzmasse, untermischt mit etwas Thon, Gyps und Anhydrit. Hangendes und Liegendes werden von Gyps und Anhydrit gebildet. Das Saalband

[1]) *Gf.* 1898, **34**, 845.
[2]) *Pr. Z.* 1857, **5**, 238.

Digitized by Google

ist eine 2 bis 3 *cm* starke Lage Salzthon. Fig. 19 zeigt ein Längenprofil, Fig. 20 ein Querprofil des Lagers, *a* ist Anhydrit, *b* Steinsalz.

Durch einen 105 *m* tiefen saigeren Schacht ist das Lager aufgeschlossen. Ein besonderer Treppenschacht dient zum Ein- und Ausfahren. Man baute früher in regelmäfsigem Pfeilerbau auf dem oberen Teile des Lagers bis zum Hangenden, indem man rechtwinkelig sich kreuzende Strecken von 2 *m* Höhe und 4 *m* Breite herstellte, welche Sicherheitspfeiler von 4 *m* Seite im Quadrat stehen liefsen. Das unter der Streckensohle anstehende Salz wurde dann bis zur Sohle des Lagers strossenweise hereingewonnen. Die Strossen wurden durch Wasser geschlitzt und durch Schiefsarbeit abgesprengt.

Fig. 19.

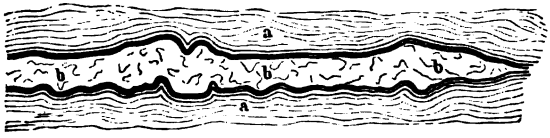
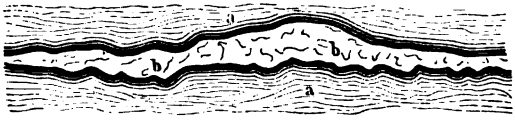


Fig. 20.



Ein Teil des Salzes, besonders die weniger reinen Teile, wurden in der Grube zur Herstellung von Soole für die Siederei aufgelöst. Die Soole wurde zu Tage gepumpt, wo sie mit ausgeschiedenem, unreinem Salz des Fördergutes angereichert wurde.

Dieses Wasserschlitzverfahren hat man ebenso, wie den vordem versuchten Sinkwerksbetrieb verlassen. Soole gewinnt man jetzt aus Bohrlöchern, die auf das Salzlager niedergebracht sind. Am Hangenden baut man, da sich der Salzthon, der zunächst die Deckschicht bildet, durch Aufsaugen von Wasser aufbläht und dann berstet, eine 1 *m* starke Salzbank an. Die Abbaustrecken wählt man 10 *m* breit, dazwischen läfst man 8 *m* starke Sicherheitspfeiler stehen.

Das reine Salz wird auf gewöhnlichen Mahlgängen vermahlen. Es besteht nach *Fehling* aus:

98,94	*Pzt.*	Chlornatrium,
0,16	„	schwefelsaurem Calcium,
0,02	„	Chlorcalcium,
0,07	„	kohlensaurem Calcium,
0,10	„	kohlensaurem Magnesium
0,60	„	Thon und Eisenoxyd.

Das reinere Steinsalz enthält selbst in gröfseren Massen oft kaum $^1/_{1000}$ fremder Stoffe. Die Produktion beträgt etwa 10000 *t*.

Zu Friedrichshall[1]) bei Jagstfeld in Württemberg wurde das im Jahre 1860 durch einen 179 *m* tiefen Schacht aufgeschlossene Salz-

[1]) *Öst. Z.* 1875, 23, Nr. 39 (*Heppner*).

Digitized by Google

lager durch Pfeilerbau abgebaut. Die Breite der sich kreuzenden Strecken und die Stärke der Pfeiler wechselten von 9 bis 12 *m*, die Höhe betrug 9,5 *m*, wobei eine Schwebe von Salz am Hangenden stehen blieb. Im oberen Teile der Strecken wurde zunächst in 2,2 *m* Höhe der Einbruch getrieben, und der untere 7,3 *m* hohe Teil strossenförmig abgebaut. Über Tage wurde das reinere Salz vom weniger reinen geschieden. Das weniger reine wurde aufgelöst und die Soole versotten. Das reine Salz wurde in gerippten Quetschen zerkleinert, gemahlen und in einem Trommelsiebe gesiebt. Es wurden etwa 79000 *t* Steinsalz jährlich gewonnen. 5000 *t* unreines Salz wurden zur Soolbereitung aufgelöst.

Der Schacht ist infolge plötzlicher Wasserdurchbrüche am 15. September 1895, früh 6 Uhr, einem Sonntage, während der Betrieb ruhte, ersoffen. Die Grubenräume haben sich in wenigen Tagen mit gesättigter Soole gefüllt. Eine bedeutende Bodeneinsenkung an der Oberfläche bezeichnet die Einbruchsstelle, die sich bis in die Nähe der Werksanlagen hinzieht. Diese wurden zum Teil derart mit beschädigt, dafs sie verlassen werden mufsten. Die Ursache ist mutmafslich die, dafs die Pfeiler in den alten Abbauräumen (dem alten Mann) nicht mehr tragfähig genug waren, und deshalb das Hangende hereingebrochen ist. Die Erschütterung des Zusammenbruches wurde meilenweit (in Rappenau, Wimpfen, Mannheim) verspürt. Die Wasserzuflüsse sind zu etwa 1000 *cbm* in der Stunde berechnet worden [1]).

Eine neue Schachtanlage wird südlich davon bei Kochendorf am Kocher ausgeführt.

Das erste Fundbohrloch bei Friedrichshall war schon im Jahre 1816 niedergebracht worden. Bei 150 *m* Teufe hatte man ein 23 *m* mächtiges Salzlager durchbohrt. 1818 wurde ein Sudwerk angelegt und erst 1859 ging man zum Steinsalzbergbau über.

Heilbronn am Neckar [2]). Das seit 1884 ausgebeutete Salzlager gehört der Anhydritgruppe der Muschelkalkformation an und bildet eine Fortsetzung der bei Wimpfen nachgewiesenen und bei Jagstfeld und Hall abgebauten Salzlager. Die Gebirgsschichten bilden eine nach Osten geöffnete Mulde, die sich im Nordwesten an den Odenwald, im Südwesten an den Schwarzwald anlehnt. Aus diesen Schichten erhalten die Salinen Clemenshall, Ludwigshall, Rappenau ihre Soole. Demselben Horizonte gehören die südlich davon gelegenen Quellen und Salzlager der Salinen Sulz, Stetten, Dürrheim und Schweizerhall an, wie diejenigen eines Teiles der nordöstlich davon gelegenen thüringischen Salinen. Man unterscheidet drei unmittelbar über einander fast horizontal liegende Lager, die bei 169,5 bis 210 *m* Teufe

[1]) *Gf.* 1896, S. 70.

[2]) *Z. d. V. deutsch. Ingen.* 1887, S. 1102; 1890, S. 885.
Pr. Z. 1897, **45**, B. 135 (*Lichtenberger*, Das Salzwerk Heilbronn).

Digitized by Google

anstehen und von 130 *m* Teufe an von Anhydrit und Gyps mit Dolomiteinlagerungen überlagert werden. Unter dem Salzlager folgt Anhydrit, der durch einige Meter Stinkkalk vom Wellenkalk getrennt ist.

In der Richtung von Süden nach Norden ist das Lager auf eine Erstreckung von 15 *km*, von Osten nach Westen auf etwa 12 *km* nachgewiesen. Die Quellen der Salinen Clemenshall und Rappenau liegen auf dem nördlichen Rande, wo das Lager zertrümmert ist. Steinsalz und Gyps sind zum Teil ausgewaschen, wodurch die Gefahr der Wassereinbrüche wie auf dem Friedrichshaller Werke erklärlich ist.

Das unterste, 19 *m* mächtige Lager führt ohne Schichtung krystallhelles, spätiges Steinsalz. Darüber liegt scharf abgegrenzt eine 9 *m* mächtige Bank körnig-krystallinischen Salzes in regelmäfsiger Schichtung, das allmählich in das spätige Salz des oberen 12,5 *m* mächtigen Lagers übergeht.

In Friedrichshall ist nur das untere und mittlere Lager bekannt. Im Durchschnitt hat das Heilbronner Lager 95 bis 96 *Pct.* Chlornatrium.

Durch acht von der Stadtgemeinde Heilbronn ausgeführte Bohrungen wurde das Lager nachgewiesen und ein Grubenfeld von 16000000 *qm* erworben, dessen Ausbeutung einer Aktiengesellschaft übertragen wurde. Die Anlage ist im Jahre 1884 begonnen worden und war 1886 vollendet. Der jetzige volle Betrieb begann am 1. Januar 1888.

Ein Hauptschacht durchteuft die Lager, für jedes ist eine besondere Abbausohle eingerichtet, die je 15 *m* über einander liegen. Auf der untersten Sohle wird zur Zeit gebaut. Die Salzmasse dieses Lagers enthält bis zu 4 *Pct.* Anhydrit ungleichmäfsig verteilt, so dafs durch Scheidung ein sehr reines Salz gewonnen werden kann.

Der unterste, 1,5 *m* mächtige Teil des Lagers ist mit Anhydritschnüren, Gyps und Thon durchwachsen. Der Schacht ist für eine jährliche Förderung von sechs Millionen Centner (300000 *t*) eingerichtet. Das Abbauverfahren ist im zweiten Teile beschrieben.

Das Salzwerk ist mit einer, 1887 durch Grobsalzpfannenanlage erweiterten Salzsiederei verbunden, für die die Soole über Tage durch Auflösen des Steinsalzes bereitet wird. Die Lage des Werkes am Neckar ist für billige Wasserverfrachtung sehr günstig.

Während das Lager bei Heilbronn über 40 *m* mächtig ist, ist das in den älteren fiskalischen Aufschlüssen bei Jagstfeld nur 12 *m* mächtig.

Das Steinsalzwerk zu Stetten in Hohenzollern liefert hauptsächlich Steinsalz zur Soolbereitung für die dortige Saline. Von der Förderung 2986 *t* im Jahre 1896 wurden nur 427 *t* als Bergwerksprodukt abgesetzt, das übrige aufgelöst. Beschäftigt werden auf dem Salzwerke 31, auf der Saline 8 Arbeiter [1]).

[1]) Über die geologischen Verhältnisse der württembergischen Vorkommen siehe *Dr. K. Endriss*, Die Steinsalzformation im mittleren Muschelkalk

Digitized by Google

Die deutschen Steinsalz- und Kaliumsalzbergwerke nebst ihrer Produktion in Tonnen nach dem Stande vom Jahre 1893 sind folgende:

I. Preufsen				
Rgbz. Bromberg	Pielke bei Inowrazlaw	Preufs. Staat	das Steinsalz wird aufgelöst	
	Consol. Inowrazlaw daselbst	Aktiengesellschaft	22000	Steinsalz
Rgbz. Magdeburg	Graf Moltke bei Schönebeck	Preufs. Staat	51000	„ [1])
	Stafsfurt	ders.	56000	„
			252000	Kaliumsalz
	Neustafsfurt b. Löderburg	Gewerkschaft	51000	Steinsalz
			237000	Kaliumsalz
	Schmidtmannshall bei Aschersleben	Aktiengesellschaft Kaliwerke Aschersleben	240000	„
	Douglashall bei Westeregeln	Konsolidirte Alkaliwerke zu Westeregeln, Aktiengesellschaft	161000	„
	Ludwig II. bei Stafsfurt	Gewerkschaft	52000	Steinsalz
			63000	Kaliumsalz
	Wilhelmshall bei Anderbeck	„	55000	„
Rgbz. Erfurt	Erfurt	Preufs. Staat	17000	Steinsalz
Rgbz. Hildesheim	Hercynia bei Vienenburg	Gewerkschaft	131000	Kaliumsalz
Rgbz. Sigmaringen	Stetten in Hohenzollern	Preufs. Staat	2500	Steinsalz
II. Schwarzburg-Sondershausen	Glückauf bei Sondershausen	Gewerkschaft	in Ausrichtung	
III. Braunschweig	Thiederhall bei Thiede	Aktiengesellschaft	5600	Steinsalz
			54600	Kaliumsalz
IV. Anhalt	Leopoldshall b. Stafsfurt	Anh. Staat	62000	Steinsalz
			196000	Kaliumsalz
	Solvayhall bei Plömnitz und Roschwitz (Bernburg)	Aktiengesellschaft Deutsche Solvay-Werke	44000	Steinsalz
			99800	Kaliumsalz [2])
V. Bayern	Berchtesgaden, Kr. Oberbayern	Bayer. Staat	630	Steinsalz
VI. Württemberg	Friedrichshall bei Jagstfeld	Württemb. Staat	79000	„
	Wilhelmsglück b. Hall (Jagstkr.)	ders.	14000	„
	Heilbronn	Aktiengesellschaft	87000	„

Württembergs. Stuttgart (bei A. Zimmer) 1898, mit 5 Taf. und 1 geolog. Karte; besprochen in *Z. f. pr. Geol.* 1899, S. 22.

[1]) Wird zur Soolbereitung aufgelöst.

[2]) Das Steinsalz wird teils zur Soolbereitung für die Saline, teils für die Sodafabrik in Bernburg verbraucht.

Digitized by Google

Zu Berchtesgaden wird zwar im Haselgebirge auch etwas Steinsalz gewonnen, jedoch ist diese Gewinnung von geringer Bedeutung. Berchtesgaden versorgt die Salinen zu Frauenreuth, Reichenhall, Traunstein und Rosenheim mit Sinkwerkssoole. Dazu dient eine über das Gebirge laufende Soolleitung von über zehn Meilen Länge.

Deutschland produzirte 1893 auf 10 Werken im Hauptbetriebe und 6 Werken im Nebenbetriebe 669043 *t* Steinsalz im Werte von 2944118 *Mk.*, wovon 241010 *t* Steinsalz im Werte von 665137 *Mk.* auf den Werken selbst verbraucht worden sind, während der Rest von 428033 *t* Steinsalz im Werte von 2278981 *Mk.* als absatzfähiges Produkt verblieb. Beschäftigt waren beim Steinsalzbergbau 919 Arbeiter, davon 571 Arbeiter unter Tage.

Siedesalzgewinnung.

Der Steinsalzgewinnung etwa gleich kommt im Deutschen Reiche die Gewinnung des Kochsalzes aus wässeriger Lösung als Siedesalz in den Salinen. In den letzten Jahren standen 63 Salinen in Betrieb mit einer der Bevölkerungszunahme annähernd entsprechend wachsenden Salzproduktion. Viele dieser Salinen stehen an Orten, wo schon in den ältesten geschichtlichen Zeiten Salz gewonnen worden ist und die von dieser Salzgewinnung her ihren Namen führen, z. B. Halle, Salze (jetzt Schönebeck) und zahlreiche, mit Salz zusammengesetzte Namen in Hannover und Westfalen: Salzgitter, Salzderhelden, Salzdetfurt, Salzhemmendorf, Salzkotten und andere. Viele der bedeutenderen Salinen sind jüngeren Ursprunges, wie Dürrenberg seit 1763, die thüringischen, vormals Glenckschen Salinen Heinrichshall, Luisenhall, Ernsthall, die hannöverschen Salinen Egestorffshall bei Linden-Hannover seit 1831 und Georgenhall daselbst seit 1889. Eine grofse Zahl älterer Salinen sind eingegangen, da sich die Verarbeitung der zur Verfügung stehenden leichten Soolen bei der Billigkeit der Gewinnung gesättigter Soolen an anderen Orten nicht mehr lohnte. So sind die sächsischen Salinen bei Kösen, bei Teuditz und Kötzschau, ferner die pommersche Saline bei Colberg und viele westfälische und hannöversche Salinen aufser Betrieb gesetzt worden und zahlreiche Orte erinnern nur noch durch ihren Namen daran, dafs einst Salz dort gewonnen worden ist.

Die bedeutendste Saline im Deutschen Reiche ist die vom preufsischen Staate betriebene Saline zu Schönebeck mit einer Jahresproduktion von etwa 65000 *t* Salz, d. i. etwa $^1/_8$ der gesammten Siedesalzgewinnung des Deutschen Reiches.

Die ältesten Nachrichten über Salinenbetrieb in dem benachbarten Orte Salze stammen aus dem 13. Jahrhundert. Die Besitzer bildeten damals eine Pfännerschaft, die bis zum Ablauf des 18. Jahrhunderts bestanden hat.

Digitized by Google

Im Jahre 1704 wurde vom preufsischen Staate die Saline bei Schönebeck angelegt. Die bedeutenden, über 1800 *m* langen Gradirwerke bei Elmen wurden in den Jahren 1756 bis 1765 gebaut. Die Soole gewann man aus einigen in der Nähe von Salze angelegten Soolbrunnen von 55, 74 und 84 *m* Teufe. Anfänglich und bis zum Jahre 1793 war die Saline verpachtet, seitdem hat der preufsische Staat den Betrieb übernommen und die Produktion, soweit es die Gradirwerke erlaubten, bis auf 30 000 *t* gesteigert. Nachdem bei Stafsfurt die bedeutenden Steinsalzlager in den 50er Jahren aufgeschlossen worden waren, konnte die Produktion weiter gesteigert werden. Als man darauf jedoch durch Bohrungen auch bei Salze und Schönebeck Steinsalzlager antraf und aus den Bohrlöchern weit billiger gesättigte Soole gewinnen konnte, waren die günstigsten Bedingungen für eine Vergröfserung der Produktion gegeben.

Eine Reihe neuer Siedehäuser sind deshalb im Laufe der Jahre in dem grofsen Salinenhofe entstanden. Die älteren Siedehäuser: Karsten, seit 1844 (2) [1]), Beust, seit 1845 (2), Martins, seit 1855 (2), v. d. Heydt, seit 1854 (2), früher auch Heinitz, von 1770 bis 1880 (6), dazu Fabian, seit 1871 (4), und eine Reservepfanne, seit 1873 (1), nehmen den südlichen Teil der Saline ein. In der Mitte lagen früher langgestreckt hinter einander die Siedehäuser Bückling, von 1816 bis 1884 (4), und Lindig, seit 1870 (8) mit Rundpfannen, von denen das letztere allein noch besteht, und westlich abseits die Siedehäuser Stafsfurt und Salze, beide von 1769 bis 1886 (je 1), sowie eine zweite Reservepfanne, von 1875 bis 1893 (1). Auf dem von der Elbe und einem Schifffahrtskanal umflossenen Heeger liegen die neueren Siedehäuser Krug v. Nidda, seit 1861 (2), Itzenplitz, seit 1867 (6), das bedeutende Siedehaus Huyssen, seit 1888 (8), mit mechanischen Trocknungseinrichtungen, und das Siedehaus Freund seit 1898 (4). Dafür ist das im Jahre 1864 gebaute Siedehaus Bismarck (4) im Jahre 1889 aufser Betrieb gesetzt worden. Der durch die Saline sich ziehende Schifffahrtskanal ermöglicht eine bequeme Verladung in die Elbkähne zu billiger Beförderung im Inlande und für überseeische Ausfuhr (s. den Lageplan der Saline im zweiten Teile).

Durch die Anlegung eines auf das Steinsalzlager abgeteuften Salzschachtes (Schacht Moltke) ist eine geregelte Soolgewinnung unmittelbar im Steinsalzlager ermöglicht worden, durch die die gröfsten Bedarfsmengen an Soole zur Verfügung gestellt werden können (s. die Soolgewinnung im zweiten Teile).

Die Saline Schönebeck betreibt 37 Siedepfannen mit zusammen 3315 *qm* Pfannenfläche. Zum Trocknen des Salzes dienen 18 Trockenpfannen mit einer nutzbaren Darrfläche von 3619 *qm* und 12 Trockenapparate mit 184 *qm* Darrfläche. Beschäftigt sind 308 Arbeiter.

---

[1]) Die eingeklammerten Ziffern geben die Zahl der Siedepfannen an.

Digitized by Google

1896 wurden 235290 *cbm* Siedesoole mit 307,8 *kg* Salz im Kubikmeter, also mit 72423 *t* Rohsalz versotten und daraus

627 *t* Tafelsalz,
60176 „ Feinsalz,
2942 „ Mittelsalz,
1431 „ Grobsalz,

zusammen 65176 *t*

gewonnen. Daneben fielen noch 1228 *t* Pfannenstein in grofsen Stücken, 1440 *t* Kehr- und Bordsalz, das in der chemischen Grofsindustrie verwendet wird.

Zum Absatz gelangten: 62414 *t* Speisesalz, 2578 *t* Viehsalz und 118 *t* Gewerbesalz, aufserdem Pfannenstein- und Bordsalz.

Ein geringer Teil:

9042 *t* weifses Salz,
1521 „ Abfallsalz

gelangte zur Ausfuhr. Alles übrige wurde im Inlande verbraucht.

Von besonderem Interesse sind auf der Saline zu Schönebeck die verschiedenen Arten von Salztrocknungseinrichtungen: Trocknung auf Planpfannen mit Feuerungsgasen und Dampf, Trocknung mit Dampf auf dem Tellertrocknungsapparate, Centrifugentrocknung und Trocknung mit Dampf und Luft in Trocknungstrommeln. Auch ist die Bereitung von feinem Tafelsalz in Rundpfannen, die mit mechanischem Rührwerk versehen sind, hervorzuheben.

Die zweit gröfste Saline des Deutschen Reiches ist die von Egestorffshall (seit 1831) mit dem seit 1852 in Betrieb genommenen kleineren Siedewerke Neuhall, der Aktiengesellschaft Georg Egestorffs Salzwerke zu Linden bei Hannover gehörig.

Auf der Hauptanlage sind 30 Siedepfannen mit 2400 *qm* Pfannenfläche, auf der kleineren Anlage 9 Siedepfannen mit 520 *qm* Pfannenfläche in Betrieb.

Sechs Bohrlöcher von 150 bis 225 *m* Teufe liefern die zum Betrieb erforderliche fast gesättigte Soole.

Die Jahresproduktion beträgt 43000 *t* Kochsalz (36000 *t* zu Egestorffshall, 7000 *t* zu Neuhall), von dem ein Teil in der chemischen Fabrik zu Linden verbraucht wird. Die Salinen beschäftigen 250 Arbeiter.

Von besonderem Interesse ist die Trocknung des Salzes auf Holzhorden in grofsen geheizten Trockenkammern, wodurch ein besonders lockeres Salz erzielt wird. Auch ist die Übertragung der Betriebskraft auf die Soolpumpen durch hydraulisches Gestänge zu beachten.

Die nach der Gröfse nächstfolgenden Salinen haben schon ein beträchtlich geringere Produktion. Es folgt die vom preufsischen Staate betriebene Saline zu Dürrenberg, früher kursächsisch, seit 1815 in preufsischem Besitz, mit 10 Siedepfannen, 1030 *qm* Pfannenfläche und mit einer Produktion von etwa 24000 *t* Kochsalz.

Digitized by Google

Die Soole gewinnt man in einem 223 *m* tiefen Soolschachte. Da sie nur 9 *Pct.* Salz enthält, sind zur Anreicherung bis zu 1800 *m* Gesammtlänge 9 *m* hohe Gradirwerke gebaut worden, durch die man eine 19- bis 20 *pct.* Soole erhält. Auf der 16280 *qm* messenden Dornwandfläche verdunstet alljährlich die 7- bis 8fache Kubikmetermenge Wasser, auf 1 *qm* 7 bis 8 *cbm.*

Annähernd gleiche Produktion hat die unter königlicher Verwaltung stehende Saline zu Lüneburg, die einer Korporation von Salineninteressenten gehört, mit 24000 *t*, desgleichen Saaralben in Lothringen, der Aktiengesellschaft Deutsche Solvay-Werke gehörig, mit 24000 *t*, ferner die Saline zu Dieuze in Lothringen mit 23000 *t*, die königl. bayerische Saline zu Rosenheim mit 21000 *t*.

Es folgen dann die königl. preufsische Saline zu Inowrazlaw in Posen mit 18000 *t*, die zu Königsborn in Westfalen, die württembergischen Salinen zu Friedrichshall und Heilbronn mit je 16000 *t*, die Saline zu Bernburg, der Aktiengesellschaft Deutsche Solvay-Werke gehörig, mit 15000 *t*, die Ludwigssalinen zu Dürrheim und Rappenau mit zusammen 29000 *t*, Ludwigshall bei Wimpfen mit 13000 *t*, die zu Salzungen (Aktiengesellschaft) mit 12000 *t* und zu Halle, Prov. Sachsen, der Pfännerschaft zu Halle gehörig, mit 10000 *t*. Diese 15 Salinen nächst Schönebeck und Egestorffshall liefern also zusammen eine Produktion von 261000 *t*, etwa die Hälfte der deutschen Siedesalzproduktion.

Von den vier oberbayerischen Staatssalinen liefert die zu Berchtesgaden mit einer Siedepfanne und zwei Dörrpfannen jährlich etwa 5000 *t* Feinsalz, die zu Reichenhall mit vier Siedepfannen und acht Dörrpfannen etwa 8000 *t* mittelkörniges Salz, die zu Traunstein mit fünf Siedepfannen und neun Dörrpfannen etwa 8000 *t* feines, mittelgrobes und grobkörniges Salz und die zu Rosenheim mit sechs Siedepfannen und 10 Dörrpfannen etwa 21000 *t* feines und mittelgrobes Salz. Im Durchschnitt von fünf Jahren wurden gewonnen:

26096 *t* Speisesalz,
13965 „ Viehsalz,
1257 „ Gewerbesalz.

Besonders interessant ist die Soolbeschaffung. In Reichenhall sind im oberen Buntsandstein acht schwache Soolquellen mit 3,5 bis 13,5 *Pct.* Salzgehalt und zwei fast gesättigte Soole führende Quellen (Edel- und Karl-Theodorquelle) mit 24 *Pct.* Salzgehalt aufgeschlossen und in einem grofsen kunstvoll ausgemauerten Quellenbau gefafst. Dicht bei den Soolquellen entspringt eine starke Süfswasserquelle (der Grabenbach). Die beiden reichen Soolquellen haben eine Temperatur von 13 und 14,1° *C.* und liefern zusammen („vereinigte gute Brunnen") 90 bis 170 *cbm* Soole den Tag. Den höchsten Salzgehalt und die gröfste Ergiebigkeit zeigen die Quellen bei regnerischer Jahreszeit.

Die Soole enthält nach *Kobell:*

Digitized by Google

Chlornatrium	22,172 *Pzt.*,
Chlormagnesium	0,168 „
Schwefelsaures Calcium . .	0,430 „
Schwefelsaures Natrium .	0,237 „
Feste Salzbestandteile .	23,007 *Pzt.*

Für die Zuleitung der zu Reichenhall und in den Sinkwerken zu Berchtesgaden gewonnenen Soolen zu den einzelnen oberbayerischen Salinen sind bedeutende Soolleitungen gebaut worden. Von 1616 bis 1619 wurde die 32,9 *km* lange Leitung von Reichenhall nach Traunstein gebaut und 1810 nach Rosenheim, von Reichenhall 79,4 *km*, fortgeführt, wo um der Ersparnis an Brennstoff- und Salztransportkosten willen die Saline, danach die bedeutendste bayerische, gebaut wurde. In den Jahren 1816 und 1817 wurde die 30,4 *km* lange Strecke von Berchtesgaden nach Reichenhall gebaut.

Die hölzernen Soolleitungsröhren mit etwa 10 *cm* innerem Durchmesser werden zum Teil durch eiserne Röhren ersetzt.

In Reichenhall, wo Salz vermutlich schon vor dem Eindringen der Römer gesotten ist, wurden bis zum Jahre 1868 zur Beschaffung siedewürdiger Soole aus den dortigen Quellen Gradirwerke betrieben, von denen jetzt noch eins für das Bad in Betrieb steht [1]).

Die Salzgewinnung in Bayern war im Jahre 1896 wie folgt [2]):

	Produktion		Zahl der Arbeiter
	Menge *t*	Wert *Mk.*	
An Steinsalz:			
zu Berchtesgaden	708	18 287	106
An Siedesalz:			
Staatssaline zu Berchtesgaden (Frauenreuth) . . .	4 997	245 139	47
„ zu Reichenhall . . .	7 504	267 826	45
„ „ Traunstein	8 059	338 620	45
„ „ Rosenheim	19 629	896 021	87
„ „ Kissingen	30	1 012	10
zus. 5 Staatssalinen . .	40 219	1 748 718	234
Privatsaline Philippshall bei Dürkheim	181	4 900	6
Siedesalz	40 400	1 753 518	240

Der Wert einer Tonne Salz am Ursprungsorte war 43 *Mk.* 40 *Pf.* In Berchtesgaden sind 1106 *t* zu Gewerbesalz, 13690 *t* zu Viehsalz, zusammen 14796 *t* oder 36,82 *Pzt.* der ganzen Produktion denaturirt, das übrige zu Speisesalz verkauft worden.

Die k. k. österreichische Saline zu Hallein gewinnt Soole auf bayerischem Gebiete und hat daraus 576 *t* Siedesalz erzeugt.

[1]) *Gf.* 1898, **34**, 743. — [2]) *Ö. Z.* 1897, **35**, 444.

Digitized by Google

Die deutschen Salinen nebst ihrer Produktion im Jahre 1893.

Lage	Name	Besitzer	Produktion (abgerund.), $t = 1000\,kg$	Hauptabsatzgebiet
I. Königreich Preussen.				Die preufs. Staatssalinen haben ihr Absatzgebiet in allen Teilen Norddeutschlands und einigen Teilen Süddeutschlands (Bayern), auch wird Salz überseeisch abgesetzt
) Provinz Sachsen.				
Rgb. Magdeburg	Schönebeck (Kr. Calbe a. S.)	Preufs. Staat	65 000	
Rgbz. Merseburg	Dürrenberg (Kr. Merseburg)	desgl.	24 000	
	Artern (Kr. Sangerhausen)	desgl.	8 000	
	Halle a. d. S.	Konsolidirte Hall. Pfännerschaft zu Halle	10 000	Halle, Prov. Posen, Schlesien, Brandenburg, Kgr. Bayern, Sachsen, thüring. Staaten
	Laublingen bei Alsleben a. S. (Saalkreis)	Gebr. Ernst	1 800	Prov. Sachsen, Schlesien, Kgr. Sachsen, Anhalt
Rgb. Erfurt	Erfurt	Preufs. Staat	2 000	
) Provinz Posen.	Inowrazlaw	desgl.	18 000	
) „ Hannover.				
bei Hannover	Egestorffshall	Aktiengesellschaft Georg Egestorffs Salzwerke	36 000	Preufs. Provinzen, Hamburg, Bremen, Schweden
	Neuhall		7 000	
	Georgenhall	Georg Garben	5 000	Umkreis von Hannover
	Luisenhall bei Göttingen	Dartold, Levin u. Grote	5 000	Westfalen, Rheinland, Hannover, Waldeck, Hessen
	Lüneburg	Korporation der Salineninteressenten (kgl. Verwaltung)	24 000	
	Stade, Saline in Kampe bei Stade	Herz, Strack u. Co.	17 000	
	Münder a. Deister	Private	100	nächste Umgebung
	Salzdetfurt bei Hildesheim	desgl.	500	
	Rothenfelde (Kr. Melle)	Aktiengesellschaft	1 500	
	Salzderhelden (Kr. Einbeck)	Gewerkschaft	4 100	Hannover, Rheinland, Westfalen, Hessen, Braunschweig
	Sülbeck (Kr. Einbeck)	H. Lockemann und Pflug-Höftsche Erben	5 000	

Digitized by Google

Lage	Name	Besitzer	Produktion (abgerund.), t = 1000 kg	Hauptabsatzgebie
d) **Provinz Westfalen.**	Gottesgabe bei Rheine	Privatbesitz	600	
	Werl	Erbsälzer Kollegium zu Werl u. Neuwerk	1 000	Rheinland, Westfalen
	Neuwerk		4 800	
	Höppe		3 200	
	Königsborn (Kr. Hamm)	Aktiengesellschaft	16 000	Rheinland, Westfalen, Elsafs-Lothringen
	Neusalzwerk bei Oeynhausen	Preufs. Staat	1 600	
	Salzkotten (Kr. Büren)	Privatbesitz	1 500	
	Westernkotten (Kr. Lippstadt)	desgl.	1 500	Westfalen, Rheinland
	Sassendorf (Kr. Soest)	Genossenschaft d. Salzbeerbten	3 300	Westfalen, Rheinland, Waldeck
e) **Rheinprovinz.**	Münster a. St. (Kr. Kreuznach)	Gemeinde Münster a. St.	280	Rheinland, Rheinhessen, bayer. Pfalz
	Theodorshalle u. Karlshalle (Kr. Kreuznach)	Eigentum d. grofsherzogl. Hauses Hessen	700	Rheinprovinz, Rheinhessen
f) **Hessen-Nassau.**	Sooden bei Allendorf a. d. Werra	Preufs. Staat	2 800	
	Orb	Stadteigentum	200	Stadt Orb u. Umgegend
g) **Schleswig.**	Eckernförde	Salzraffinerie des Heinr. Wilhelm Clausen	900	
h) **Hohenzollern.**	Stetten	Preufs. Staat	1 700	
II. **Thüringen.**				
a) **Sachsen-Weimar.**	Luisenhall und Neuhall bei Stotternheim	Aktiengesellschaft Vereinigte Thüringische, vorm. Glencksche Salinen	3 800	
b) **Koburg-Gotha.**	Ernsthall bei Buffleben		3 800	
c) **Reuss j. L.**	Heinrichshall bei Pöhlitz		4 800	
d) **Sachsen-Meiningen.**	Neusulza b. Sulza	Societät	6 000	
	Salzungen	Aktiengesellschaft	12 000	Thüringen, Bayern Provinz Hessen Rheinland, Grofsh. Hessen
e) **Schwarzburg-Sondershausen.**	Arnshall b. Arnstadt	M. u. H. Fläschendräger	950	
f) **Schwarzburg-Rudolstadt.**	Frankenhausen	Pfännerschaft	1 000	Thüringen

Digitized by Google

Lage	Name	Besitzer	Produktion (abgerund.), $t = 1000\,kg$	Hauptabsatzgebiet
I. Lippe-Detmold.	Salzuflen	Fürst zur Lippe	1 100	Lippe, Westfalen
II. Mecklenburg-Schwerin.	Sülze a. d. Recknitz	Mecklenb. Staat	1 300	Mecklenburg, Vorpommern
III. Braunschweig.	Schöningen (Kr. Helmstedt)	Braunschw. Staat	5 000	
	Oelsburg	Aktiengesellschaft	1 500	produzirt seit einigen Jahren nicht mehr, sondern nimmt von Egestorffshall
IV. Anhalt.	Bernburg	Aktiengesellschaft D. Solvay-Werke	15 000	
V. Bayern.	Berchtesgaden (Frauenreuth) (Kr. Oberbayern)	Bayer. Staat	5 400	Bayern
	Reichenhall (Kr. Oberbayern)	desgl.	7 600	„
	Traunstein (Kr. Oberbayern)	desgl.	8 300	„
	Rosenheim (Kr. Oberbayern)	desgl.	21 000	„
	Kissingen (Kr. Unterfranken)	desgl.	19	„
	Philippshall bei Dürkheim	Stadt Dürkheim (verpachtet)	230	Pfalz
VI. Württemberg.	Friedrichshall und Clemenshall bei Jagstfeld (Neckarkreis)	Württemb. Staat	16 000	Württemb., Bayern und angrenzende Gebiete
	Hall (Jagstkreis)	desgl.	5 400	„
	Sulz am Neckar (Schwarzwaldkr.)	desgl.	1 200	„
	Wilhelmshall b. Rottenmünster	desgl.	3 400	„
	Heilbronn	Aktiengesellschaft	16 000	desgl. Hessen-Nassau, Westfalen, Niederlande, Els.-Lothringen
IX. Baden.	Ludwigssaline bei Dürrheim	Bad. Staat	28 500	Baden
	Ludwigssaline bei Rappenau	desgl.		
	(Wyhlen)	Deutsche Solvay-Werke, Sodafabrik	130 000 cbm Soole zur Sodafabrikation	
X. Hessen.	Ludwigshalle b. Wimpfen (Prov. Starkenburg)	Aktiengesellschaft	13 000	
	Nauheim (Kreis Friedberg)	Hess. Staat	1 500	

Digitized by Google

Lage	Name	Besitzer	Produktion (abgerund.), $t = 1000\ kg$	Hauptabsatzgebiet
XI. Elsass-Lothringen.	Dieuze	Aktiengesellschaft	22 300	Elsafs, Lothringen Rheinland
	Moyenvic	desgl.	1 400	
	Haras	desgl.	1 800	
	Saaralben	Alexander Gangerot u. Co.	4 600	desgl., Luxemburg Rheinpfalz, Baden, Hessen
	Saaralben	Aktiengesellschaft Deutsche Solvay-Werke	24 000	desgl.
	Salées Eaux	Aktiengesellschaft	1 800	
	Salzbronn bei Saaralben (Kreis Forbach)	Aktiengesellschaft	4 400	desgl., Westfalen
	Chambray	desgl.	7 300	Rheinland, Westfalen, Rheinbayern
	Château Salins	Tillement u. Co.	5 000	desgl.

1893 wurden im Deutschen Reiche 504 523 *t* Kochsalz aus wässeriger Lösung auf 70 Werken im Hauptbetriebe und auf neun Werken im Nebenbetriebe erzeugt. Dabei waren 3263 Arbeiter beschäftigt.

In Preufsen wurden im Jahre 1896 auf 36 Salinen, dazu im Nebenbetriebe auf sechs Werken an Siedesalz gewonnen:

Menge	Wert überhaupt	Wert auf 1 *t*	Arbeiterzahl
288 300 *t*	7 392 666 *Mk.*	25,64 *Mk.*	1843

Die Produktion der preufsischen Staatsalinen war

	Menge *t*	Wert *Mk.*	Arbeiterzahl
zu Schönebeck	65 176	1 630 768	332
„ Dürrenberg	24 658	742 283	194
„ Inowrazlaw	18 214	404 621	86
„ Artern	9 520	240 781	62
„ Sooden	2 597	91 233	30
„ Stetten	1 931	57 474	8
„ Neusalzwerk	1 863	62 932	24
„ Erfurt	1 884	53 141	8
zusammen	125 843	3 283 233	744

Das ist fast $^1/_4$ der deutschen Siedesalzproduktion.

Digitized by Google

Überseeische Ausfuhr, insbesondere nach Skandinavien, sowie Ausfuhr nach Dänemark und anderen Ländern haben die Salinen Lüneburg, Stade, Schönebeck, Egestorffshall und Bernburg.

Im Deutschen Reiche stellte sich die Produktion an bergmännisch und aus wässeriger Lösung gewonnenen Salzen (Kochsalz sowie Kalium- und Magnesiumsalze), sowie deren Wert in den Jahren 1896 und 1897 wie folgt:

Gewonnen sind	Menge in *t*		Wert in *Mk.*		Wert für 1 *t*	
	1896	1897	1896	1897	1896	1897
Steinsalz	758 867	763 412	3 249 108	3 217 191	4,28	4,21
davon						
Provinz Sachsen	265 456	273 364	1 063 167	1 113 775	5,25	5,22
übrige Preußen	39 771	37 390	324 640	321 012	8,47	8,98
Württemberg	233 593	223 242	964 970	867 226	4,38	3,97
Anhalt	211 468	208 664	842 454	846 861	4,97	5,13
übrige deutsche Staaten	8 578	10 751	53 877	68 317	6,28	9,18
Kainit	877 885	992 389	13 298 759	13 944 029	15,15	14,05
davon Preußen	616 462	716 348	9 696 530	10 117 395	15,74	14,12
Andere Kaliumsalze	902 707	953 798	11 857 234	12 120 574	13,14	12,91
davon Preußen	587 306	640 236	7 147 144	7 594 589	12,58	11,95
Bittersalze (Kieserit, Glaubersalz u. a.)	2 350	2 601	20 821	22 546	8,86	8,67
Borazit	184	198	42 481	40 887	231,30	209,30
Siedesalz	547 486	543 272	14 650 022	12 136 514	26,76	22,34
davon im						
Oberbergamtsbez. Halle	111 365	108 093	2 959 997	2 766 675	26,57	25,60
„ Klausthal	118 601	113 041	2 759 654	2 511 536	23,27	22,22
oder Provinz Sachsen	111 203	107 853	2 957 879	2 770 308	26,60	25,69
„ Hannover	116 040	110 163	2 652 899	2 427 714	22,86	22,04
„ Westfalen	30 800	27 160	1 112 571	736 197	36,12	27,11
überhaupt Preußen	288 300	274 888	7 392 666	6 573 892	25,64	23,91
Königreich Bayern	40 400	41 533	1 753 518	1 552 116	43,40	37,37
„ Württemberg	45 709	49 627	1 401 186	1 137 887	30,65	22,93
Elsaß-Lothringen	64 180	63 186	1 164 252	648 100	18,14	10,26
Chlorkalium	174 515	168 001	22 874 237	23 057 692	131,07	137,25
Chlormagnesium	17 525	18 014	229 544	257 175	13,10	14,28
Glaubersalz	71 958	68 822	1 795 659	1 736 791	24,95	25,24
Schwefels. Kalium	19 682	13 774	3 253 524	2 262 882	165,30	164,29
Schwefels. Kalium-Magnesium	4 623	7 812	343 910	596 315	74,40	76,33
Schwefels. Magnesium	27 161	35 072	431 340	622 338	15,88	17,74
Schwefels. Thonerde	34 370	37 053	2 380 483	2 454 737	69,26	66,25
Alaun	3 430	2 995	353 195	295 353	102,97	98,61

Digitized by Google

Übersicht der Gewinnung von Mineralsalzen im Deutschen Reiche im Jahre 1894[1]).

Lage der Werke	Anzahl der Hauptbetriebe (darunter ohne Förderung)	Anzahl der Nebenbetriebe	Arbeiterzahl unter Tage	Arbeiterzahl überhaupt, davon (Frauen)	Förderung Menge $t = 1000\ kg$	Förderung Wert im Ganzen *Mk.*	Förderung Wert auf 1 *t*	Davon sind selbst verbraucht zum Auflösen oder Umsieden Menge $t = 1000\ kg$	Davon sind selbst verbraucht zum Auflösen oder Umsieden Wert *Mk.*
a) Steinsalz.									
Preufsen, Reg.-Bez. Bromberg . . .	2	—	52	113 (7)	35 879,375	280 707	8,22	2 345,224	5 206
„ Sigmaringen . .	1	—	7	24					
„ Magdeburg . .	1	3	48	77	269 930,899	1 036 597	4,94	110 769,216	250 410
„ Erfurt	1	—	32	57					
zusammen Preufsen . . .	5	3	139	271 (7)	305 810,274	1 317 304	5,51	113 114,440	255 616
Bayern, Reg.-Bez. Oberbayern	1	—	82	109	6 259,093	46 624	7,45	—	—
Braunschweig	—	1	unter „Andere Kaliumsalze“						
Württemberg	3	—	216	337 (1)	223 571,300	1 034 130	5,15	30 517,886	40 552
Anhalt	1	2	37	58	199 296,122	741 634	4,67	106 899,330	309 845
zusammen Steinsalz . .	10	6	474	775 (8)	734 936,789	3 139 692	5,23	250 531,656	606 013
b) Kainit.									
Preufsen, Reg.-Bez. Magdeburg . .	—	5	unter „Andere Kaliumsalze“						
„ Hildesheim . .	1	—	247	376	529 169,227	7 258 339	13,77	61 110,500	814 198
Anhalt	—	2	unter „Andere Kaliumsalze“		197 354,648	3 054 492	15,49	1 527,947	20 833
			247	376	726 523,875	10 312 831	14,28	62 638,447	835 031

Digitized by Google

„ Hildesheim	(1)	–	–	54				
Mecklenburg-Schwerin	(1)	–	–	15				
Sachsen-Weimar	1	—	153	200	291 886,851	4 380 283	12,43	130 874,858	2 884 564
Braunschweig	2	—	1389	2072 (1)				
Anhalt	(1)	—	54	100				
Schwarzburg-Sondershausen								
zus. Andere Kaliumsalze	12 (3)	1	4356	6418 (1)	917 048,908	11 968 598	12,41	640 401,713	8 535 734
d) Bittersalze (Kieserit, Glaubersalz u. a.)									
Preufsen, Reg.-Bez. Magdeburg	—	3	unter „Andere Kaliumsalze“						
„ Hildesheim	—	1	„Kainit“						
Anhalt	—	1	„Andere Kaliumsalze“						
zusammen Bittersalze	—	5	—	—	8 252,107	71 998	8,72	—	—
e) Borazit.									
Preufsen, Reg.-Bez. Magdeburg	—	4	unter „Andere Kaliumsalze“						
„ Hildesheim	—	1	„Kainit“						
Anhalt	—	1	„Andere Kaliumsalze“						
zusammen Borazit	—	6	—	—	175,644	44 261	251,99		
Summe Mineralsalze	23 (3)	25	5077	7569 (9)	2 386 937,323	25 537 380	10,86	953 571,816	9 976 778

Der Kainit wird fast ausschliefslich in rohem Zustande an die Landwirte abgegeben. Der Absatz in Deutschland und nach dem Auslande, besonders nach Nordamerika, hat sich beträchtlich gesteigert. Der Carnallit wird zum Teil ebenfalls unmittelbar in der Landwirtschaft verwendet. In der Hauptsache dient er zur Darstellung von Chlorkalium, ferner schwefelsaurem Kalium, schwefelsaurem Kaliummagnesium, Chlormagnesium u. a. Chlorkalium wird gröfstenteils ebenfalls in der Landwirtschaft verwendet, besonders im Auslande. Im Inlande dient es meist zur Darstellung von Salpeter, Pottasche, chlor- und chromsaurem Kalium u. a. Schwefelsaures Kalium wird ebenfalls vorwiegend zu landwirtschaftlichen Zwecken ins Ausland ausgeführt, im Inlande dient es besonders zur Darstellung von Pottasche und Alaun. Aufserdem werden Chlormagnesium und Glaubersalz gewonnen.

Digitized by Google

Gewinnung von Mineralsalzen in den Jahren 1881—1896.

	Steinsalz		Kainit		Andere Kaliumsalze	
	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*
1881	311 907	1 961 016	160 538	2 168 734	745 353	7 204 094
1882	322 442	2 107 895	141 272	2 032 038	1 060 120	9 640 86[illegible]
1883	336 401	2 089 897	230 071	3 109 690	959 292	8 541 961
1884	344 797	1 939 935	203 120	2 889 606	766 076	7 555 221
1885	377 491	1 955 225	242 281	3 718 566	678 662	7 411 066
1886	444 397	2 150 658	240 421	3 523 014	704 849	7 752 2[illegible]
1887	405 420	1 862 063	239 412	3 409 015	840 691	9 437 041
1888	414 557	1 815 750	318 576	4 666 663	916 759	10 247 72[illegible]
1889	544 591	2 254 817	324 477	4 726 620	861 273	10 406 37[illegible]
1890	557 060	2 473 205	361 827	5 199 759	913 030	11 304 796
1891	666 793	2 979 017	472 256	6 806 562	898 993	11 085 977
1892	662 577	2 832 185	548 445	7 822 866	802 630	10 128 87[illegible]
1893	669 043	2 944 118	646 755	9 409 136	879 477	11 263 314
1894	734 937	3 139 692	726 524	10 312 831	917 049	11 968 59[illegible]
1895	686 940	3 108 381	680 174	9 609 356	841 748	11 106 01[illegible]
1896	758 866	3 249 108	877 885	13 298 759	902 707	11 857 23[illegible]

	Bittersalze (Kieserit, Glaubersalz u. a.)		Borazit		Summe der Mineralsalze	
	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*
1881	4 625	38 182	124	85 650	1 222 547	11 457 5[illegible]
1882	8 130	72 310	118	90 508	1 532 082	13 943 61[illegible]
1883	4 850	43 562	199	107 949	1 530 813	13 893 05[illegible]
1884	4 917	43 573	166	111 124	1 319 076	12 539 45[illegible]
1885	4 207	37 639	140	67 127	1 302 782	13 189 62[illegible]
1886	13 850	113 206	144	52 172	1 403 661	13 591 26[illegible]
1887	23 235	178 260	153	61 069	1 508 912	14 947 44[illegible]
1888	13 269	104 792	180	57 470	1 663 342	16 892 40[illegible]
1889	10 951	84 947	121	36 235	1 741 413	17 508 98[illegible]
1890	8 030	69 795	182	54 842	1 840 129	19 102 39[illegible]
1891	7 454	65 256	177	50 642	2 045 673	20 987 45[illegible]
1892	10 207	89 425	179	54 457	2 024 038	20 927 61[illegible]
1893	8 818	68 249	162	46 649	2 204 255	23 731 46[illegible]
1894	8 252	71 998	176	44 261	2 386 938	25 537 38[illegible]
1895	7 328	59 425	150	35 123	2 216 340	23 918 30[illegible]
1896	2 350	20 821	184	42 481	2 541 992	28 468 40[illegible]

Digitized by Google

Salze aus wässeriger Lösung.

Lage der Werke	Anzahl: Hauptbetrieb	Anzahl: Nebenbetrieb	Arbeiterzahl überhaupt (darunter Frauen)	Rohmaterial, verbraucht als Einwurf und zur Auflösung $t = 1000\,kg$	Gewinnung: Menge $t = 1000\,kg$	Gewinnung: Wert ohne Steuer: im Ganzen *Mk.*	Gewinnung: Wert ohne Steuer: auf 1 Tonne *Mk.*
1. Kochsalz.							
reussen:							
Rgbz. Stettin	—	1	Hauptbetrieb: „Schwefelsäure“				
„ Bromberg	1	—	80	5 262,0	20 937,375	485 307	23,18
„ Schleswig	1	—	7				
„ Sigmaringen	1	—	8				
„ Magdeburg	1	—	324				
„ Merseburg	4	2	334	82 018,6	107 767,951	2 867 093	26,60
„ Erfurt	1	—	8				
„ Hannover	3	1	276 (1)	100,0	48 284,012	1 085 120	22,47
„ Hildesheim	5	—	94	—	15 910,828	489 970	30,79
„ Lüneburg	1	2	174 (4)	4 550,0	28 727,484	632 629	22,02
„ Stade	1	—	103	46,0	18 899,400	394 759	20,89
„ Osnabrück	1	—	21				
„ Münster	1	—	9	330,0	3 557,615	121 623	34,19
„ Minden	3	—	45				
„ Arnsberg	6	—	232	360,0	27 403,450	860 194	31,39
„ Kassel	2	—	37	112,0	2 861,398	100 423	35,10
„ Koblenz	2	—	31	9 392,0	6 161,305	73 251	11,89
„ Köln	2	—	16				
zus. Preußen	36	6	1799 (5)	102 170,6	280 510,818	7 110 369	25,35
ayern:							
Rgbz. Oberbayern	4	—	222 (3)	74,7	41 931,892	1 828 456	43,61
„ Pfalz	1	—	6	80,0	250,975	8 129	32,39
„ Unterfranken	1	—	8				
zus. Bayern	6	—	236 (3)	154,7	42 182,867	1 836 585	43,54
ürttemberg	6	—	253	30 518,0	41 772,433	1 214 751	29,08
aden	2	—	162	—	27 867,097	844 909	30,32
essen	3	—	141	—	15 271,825	487 389	31,91
achsen-Meiningen	2	—	103	1 130,0	17 528,850	509 686	29,08
ecklenburg-Schwerin	1	—	26 (6)				
achsen-Weimar	1	—	34				
raunschweig	1	—	26				
achsen-Koburg-Gotha	1	—	15				
nhalt	1	—	70	33 742,0	44 955,544	1 087 420	24,19
chwarzb.-Sondershausen	1	—	7				
chwarzb.-Rudolstadt	1	—	12				
euss j. L.	1	—	25				
ppe	1	—	22				
amburg	—	2	—				
sass-Lothringen	9	—	248	—	52 500,482	1 207 511	23,00
Summe Kochsalz	73	8	3179 (14)	167 715,3	522 589,916	14 298 620	27,36

Digitized by Google

Lage der Werke	Anzahl: Hauptbetrieb	Anzahl: Nebenbetrieb	Arbeiterzahl überhaupt (darunter Frauen)	Rohmaterial, verbraucht als Einwurf und zur Auflösung $t = 1000\,kg$	Gewinnung: Menge $t = 1000\,kg$	Gewinnung: Wert ohne Steu: im Ganzen *Mk.*	Gewinnung: Wert ohne Steu: auf Tonn *Mk.*
2. Chlorkalium.							
Preussen:							
Rgbz. Magdeburg . .	11	—	1621 (21)	483 899,9	91 595,844	10 920 757	119,2
„ Merseburg . . .	1	—	1				
„ Hannover . . .	—	1	Hauptbetrieb: schwefels. Kali	58,0	295,578	37 618	127,2
„ Stade	—	1	—				
„ Stettin	—	1	Hauptbetrieb: Schwefelsäure				
zus. Preufsen . .	12	3	1622 (21)				
Braunschweig	1		96 (3)	47 041,0	8 079,700	1 092 400	135,2
Anhalt	9		681 (6)	267 981,0	49 803,697	6 837 421	137,2
zus. Chlorkalium	22	3	2399 (30)	798 979,9	149 774,819	18 888 196	126,1
3. Chlormagnesium.							
Preussen:							
Rgbz. Magdeburg . .	—	1	Hauptbetrieb: Chlorkalium	18,0	4 641,731	71 513	15,4
„ Hannover . . .	—	1	schwefels. Kali				
Anhalt	—	3	Chlorkalium	—	12 780,616	132 140	10,3
zus. Chlormagnesium	—	5		18,0	17 422,347	203 653	11,6
4. Glaubersalz.							
Preussen:							
Rgbz. Potsdam	1	—	3				
„ Breslau	1	—	54 (1)	17 094,0	24 537,657	623 478	25,4
„ Stettin	—	1	Schwefelsäure				
„ Magdeburg . .	—	3	Chlorkalium	—	656,279	16 209	24,7
„ Merseburg . . .	1	—	2 (1)				
„ Hannover . . .	—	1	Kochsalz	4 500,0	5 716,111	135 384	23,6
„ Hildesheim . . .	—	2	Silber				
„ Minden	1	—	8	7 715,0	8 887,984	188 020	21,1
„ Arnsberg . . .	2	1	19				
„ Wiesbaden . . .	1	—	31				
„ Düsseldorf . . .	1	—	4	5 099,0	6 056,000	95 400	15,7
„ Aachen	1	—	18				
zus. Preufsen . .	9	8	139 (2)	34 408,0	45 854,031	1 058 491	23,0
Sachsen	2	—	25 (2)	3 550,0	4 664,131	113 343	24,3
Bayern, Rgbz. Oberbayern	1	—	3				
Baden	—	1	Schwefels. Thonerde	11 651,0	10 292,876	208 118	20,2
Hessen	1	—	33				
Anhalt	—	3	Chlorkalium	900,0	3 102,884	145 489	46,9
Elsass-Lothringen, Oberelsafs . . .	1	—	Schwefelsäure	3 061,2	8 015,308	167 433	20,9
„ Lothringen	—	1	Kochsalz				
zus. Glaubersalz	14	13	200 (4)	53 570,2	71 929.230	1 692 874	23,5

Digitized by Google

Lage der Werke	Anzahl: Hauptbetrieb	Anzahl: Nebenbetrieb	Arbeiterzahl überhaupt (darunter Frauen)	Rohmaterial, verbraucht als Einwurf und zur Auflösung $t = 1000\,kg$	Gewinnung: Menge $t = 1000\,kg$	Gewinnung: Wert ohne Steuer im Ganzen *Mk.*	Gewinnung: Wert ohne Steuer auf 1 Tonne *Mk.*
5. Schwefelsaures Kalium.							
reussen:							
Rgbz. Danzig	1	—	4				
„ Stettin	—	1	Schwefelsäure				
„ Magdeburg . .	—	3	Chlorkalium				
„ Hannover . . .	1	—	6				
„ Stade	—	1	—				
„ Arnsberg . . .	1	—	37				
zus. Preufsen . .	3	5	47	85 610,7	17 996,327	2 982 437	165,72
nhalt	—	4	Chlorkalium	11 997,0	5 284,393	852 507	161,33
Summe schwefels. Kalium . . .	3	9	47	97 607,7	23 280,720	3 834 944	164,73
6. Schwefelsaures Kaliummagnesium.							
reussen, Rgbz. Magdeburg	—	5	Chlorkalium		13 796,439	1 077 178	78,08
nhalt	—	1	desgl.		360,000	21 600	60,00
Summe schwefels. Kaliummagnesium	—	6	—	900,0	14 156,439	1 098 778	77,62
7. Schwefelsaures Magnesium.							
reussen:							
Rgbz. Magdeburg . .	—	8	Chlorkalium				
„ Hannover . . .	—	1	Schwefels. Kali				
zus. Preufsen . .	—	9	—	35	22 555,935	247 622	10,98
nhalt	—	7	Chlorkalium	—	6 071,803	107 636	17,73
Summe schwefels. Magnesium . .	—	16	—	35	28 627,738	355 258	12,41
8. Schwefelsaure Thonerde.							
Preussen:							
Rgbz. Breslau	1	—	4 (4)				
„ Liegnitz	1	—	2				
„ Merseburg . . .	1	—	10				
„ Hildesheim . . .	—	1	Alaun				
„ Lüneburg . . .	1	—	35				
„ Düsseldorf . . .	1	—	46				
zus. Preufsen . .	5	1	97 (4)	7 493,7	9 212,571	688 675	74,75

Digitized by Google

Lage der Werke	Anzahl: Hauptbetrieb	Anzahl: Nebenbetrieb	Arbeiterzahl überhaupt (darunter Frauen)	Rohmaterial, verbraucht als Einwurf und zur Auflösung $t = 1000\,kg$	Gewinnung: Menge $t = 1000\,kg$	Gewinnung: Wert ohne Steue: im Ganzen *Mk.*	Gewinnung: Wert ohne Steue: auf 1 Tonn *Mk.*
Sachsen	2	1	72 (6)	2 824,0	4 034,327	301 683	74,7
Bayern, Rgbz. Pfalz	1	—	120				
Baden	1	—	63				
Anhalt	—	1	Chlorkalium	4 271,0	13 557,031	930 339	68,6
Elsass-Lothringen:							
Oberelsafs	—	1	Schwefelsäure Kochsalz				
Lothringen	—	1					
Summe schwefels. Thonerde	9	5	352 (10)	14 588,7	26 803,929	1 920 697	71,6
9. Alaun.							
Preussen:							
Rgbz. Magdeburg	—	1	Chlorkalium				
„ Merseburg	1	—	25				
„ Hildesheim	1	—	22				
„ Düsseldorf	—	1	Schwefelsaure Thonerde				
zus. Preufsen	2	2	47	881,7	941,026	99 930	106,1
Sachsen	—	2	Schwefelsaure Thonerde und Glaubersalz	2 471,0	1 467,416	162 903	111.0
Bayern, Pfalz	—	1	Schwefelsaure Thonerde				
Württemberg	—	1	Farberden				
Anhalt	—	1	Chlorkalium	170,0	1 505,772	165 536	109,9
Elsass-Lothringen, Lothringen	—	1	Kochsalz				
Summe Alaun	2	8	47	3 522,7	3 914,214	428 369	109,4

	Anzahl der: Hauptbetriebe	Anzahl der: Nebenbetriebe	Rohsalze zur Auflösung und als Einwurf	Die Gewinnung betrug: Menge $t = 1000\,kg$	Wert (ohne Steuer): im Ganzen *Mk.*	Wert (ohne Steuer): auf die Tonne *Mk.*	Arbeiterzahl (davon Frauen)
Kochsalz (Chlornatrium)	73	8	167 715,3	522 589,916	14 298 620	27,36	3179 (14
Chlorkalium	22	3	798 979,9	[1]) 149 774,819	18 888 196	126,11	2399 (30
Chlormagnesium	—	5	18,0	17 422,347	203 653	11,69	—
Glaubersalz	14	13	53 570,2	71 929,230	1 692 874	23,54	200 (4
Schwefelsaures Kalium	3	9	97 607,7	23 280,720	3 834 944	164,73	47
Schwefels. Kaliummagnesium	—	6	900,0	14 156,439	1 098 778	77,62	—
Schwefelsaures Magnesium	—	16	35,0	28 627,738	355 258	12,41	—
Schwefelsaure Thonerde	9	5	14 588,7	26 803,929	1 920 697	71,66	352 (10
Alaun	2	8	3 522,7	3 914,214	428 369	109,44	47
Zusammen	123	73	1 136 937,5	858 499,352	42 721 389	49,76	6224 (58

[1]) Darunter bei neun Werken 15 165,821 *t* Düngesalze zum Werte von 446 970 *Mk.*

Digitized by Google

Gewinnung von Salzen aus wässeriger Lösung in den Jahren 1885 bis 1896.

	Kochsalz		Chlorkalium		Chlormagnesium	
	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*
1885	461 292	11 751 344	107 253	14 675 773	11 994	137 792
1886	479 485	11 787 978	114 136	15 266 921	13 062	168 447
1887	484 092	11 433 603	128 230	17 170 195	12 667	151 331
1888	496 388	10 662 481	142 765	18 360 382	16 643	183 613
1889	492 522	11 976 666	133 957	16 790 551	16 728	176 655
1890	492 584	13 286 304	137 005	17 734 738	14 958	149 812
1891	503 386	13 422 343	129 512	17 129 160	15 619	158 110
1892	504 687	13 843 474	123 962	16 426 317	14 386	203 312
1893	504 522	13 976 885	137 216	17 305 140	12 764	177 775
1894	522 590	14 298 620	149 775	18 888 196	17 422	203 653
1895	525 396	14 252 902	154 427	19 684 715	17 039	211 400
1896	547 486	14 650 022	174 515	22 874 237	17 525	229 544

	Schwefelsaure Alkalien					
	Glaubersalz		schwefelsaures Kalium		schwefels. Kalimagn.	
	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*
1885	60 459	2 683 210	18 149	2 957 994	27 207	1 418 813
1886	63 667	2 081 043	17 246	2 680 638	29 045	1 556 621
1887	53 997	1 536 114	25 365	4 024 348	24 082	1 235 376
1888	52 203	1 332 062	33 412	4 973 083	11 478	912 580
1889	69 101	1 660 069	29 709	4 925 872	16 325	1 290 848
1890	68 716	1 739 325	31 126	4 932 142	11 094	858 515
1891	79 983	2 057 202	37 674	6 057 528	10 508	796 620
1892	74 184	2 017 107	26 267	4 288 386	11 593	912 687
1893	77 145	1 994 158	27 308	4 479 339	14 199	1 123 168
1894	71 929	1 692 874	23 281	3 834 944	14 156	1 098 778
1895	71 410	1 627 488	19 452	3 220 392	9 877	775 756
1896	71 958	1 795 659	19 682	3 253 524	4 623	343 910

	Schwefels. Magnesium		Schwefelsaure Erden			
			schwefels. Thonerde		Alaun	
	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*	Menge $t=1000\,kg$	Wert *Mk.*
1885	24 601	252 951	20 313	1 883 602	3 880	524 964
1886	22 994	185 362	19 463	1 763 085	3 223	417 456
1887	28 974	291 928	21 930	1 949 198	3 777	480 869
1888	25 110	284 817	24 641	2 140 636	3 999	521 103
1889	26 978	350 359	24 929	1 999 158	4 215	542 009
1890	26 376	319 113	31 010	2 216 639	4 460	547 445
1891	23 126	284 504	28 710	2 167 219	5 619	550 358
1892	23 879	336 032	29 588	2 282 940	4 270	469 858
1893	27 548	316 959	27 082	2 020 663	4 102	460 303
1894	28 628	355 258	26 804	1 920 697	3 914	428 369
1895	26 028	428 733	30 836	2 156 353	3 357	349 487
1896	27 161	431 340	34 370	2 380 483	3 430	353 195

Digitized by Google

Insgesammt, Salze aus wässeriger Lösung:

	Menge $t = 1000\ kg$	Wert *Mk.*		Menge $t = 1000\ kg$	Wert *Mk.*
1885	735 148	36 286 443	1891	834 137	42 623 044
1886	762 321	35 907 551	1892	812 816	40 780 113
1887	783 114	38 272 962	1893	831 886	41 854 390
1888	806 639	39 370 757	1894	858 499	42 721 389
1889	814 464	39 712 187	1895	857 822	42 707 226
1890	817 329	14 784 033	1896	900 750	46 311 914

Im deutschen Zollgebiete waren in der Jahresperiode vom 1. April

	1895/96	1896/97	1897/98
Steinsalzbergwerke { ohne Kaliumsalzförderung	9	8	8
Steinsalzbergwerke { mit Kaliumsalzförderung	6	6	6
Kaliumsalzbergwerke	5	5	6
Salinen	73	73	72
zusammen Werke	93	92	92

in Betrieb, dazu einige Fabriken, die Kochsalz als Nebenprodukt gewinnen.

Gewonnen sind:

	t	*t*	*t*
Steinsalz	625 292	658 523	679 438
Siedesalz	535 896	535 942	545 587

Eingeführt sind aus

Grofsbritannien	21 293	19 324	18 939
Portugal	1 987	1 856	1 473
anderen Ländern	1 384	1 406	1 953
zusammen	24 664	22 586	22 365

gegen . . . 28 057 *t* Kochsalz i. J. 1888/89.

Die Ausfuhr von Kochsalz

aus dem deutschen Zollgebiete betrug	221 523	199 709	217 854
davon nach			
Britisch-Indien (fast ausschliefslich Steinsalz)	54 120	47 016	52 823
und zwar sind ausgeführt			
Siedesalz	46 911	36 301	44 423
nämlich nach			
den deutschen Zollausschlüssen	9 386	10 555	11 310
Schweden	11 350	8 837	10 835
Norwegen	6 430	4 223	4 258
Grofsbritannien	6 826	1 357	3 679
Dänemark	6 178	5 861	4 717
Steinsalz	174 612	163 409	173 431
nämlich nach			
Britisch-Indien	54 120	46 908	52 306
Österreich-Ungarn	30 913	31 359	27 152
Niederlande	47 104	33 381	36 104
Belgien	16 486	23 135	25 954

Digitized by Google

Die Ausfuhr von Kochsalz war 1897/98 im einzelnen:

Absatzgebiet	Siedesalz kg	Steinsalz kg	zusammen kg
Deutsche Zollausschlüsse	11 309 700	11 600	11 321 300
Belgien	2 719 300	25 954 400	28 673 700
Dänemark	4 716 700	7 833 200	12 549 900
Grofsbritannien (meist Abfallsalz)	3 678 900	526 900	4 205 800
Niederlande	155 000	36 104 100	36 259 100
Norwegen	4 257 600	443 900	4 701 500
Österreich-Ungarn	100	27 152 200	27 152 300
Rufsland	2 850 500	6 809 400	9 659 900
Schweden	10 835 000	3 772 300	14 607 300
Schweiz	400	1 550 000	1 550 400
Afrika	2 489 700	1 388 100	3 877 800
Britisch-Indien	516 500	52 306 500	52 823 000
Japan	500	5 327 500	5 328 000
Südamerika (ohne Brasilien)	15 500	34 300	49 800
Brasilien	46 700	833 000	879 700
Centralamerika	384 400	50 800	435 200
Vereinigte Staaten von N.-Amerika	173 700	71 100	244 800
Australien	76 700	3 210 100	3 286 800
Proviant für deutsche Schiffe	191 200	—	191 200
Im übrigen	5 100	51 300	56 400
Zusammen	44 423 200	173 430 700	217 853 900

Die Ein- und Ausfuhr von Salzen im deutschen Zollgebiete war:

	Einfuhr in Tonnen (= 1000 kg)		Ausfuhr in Tonnen (= 1000 kg)	
	1893	1894	1893	1894
Kochsalz (Seesalz, Siedesalz, Steinsalz)	19 449	19 637,7	196 094,5	273 058,4
Salz zu gewerblichen Zwecken (denaturirt)	4 195,7	3 802,5	—	—
Kaliumsalze (Abraumsalze)	1 060,9	769,7	212 289,2	228 765
Chlorkalium	828	478,2	85 857,4	93 913
	1896	1897	1896	1897
Kochsalz (Seesalz, Siedesalz, Steinsalz)	22 908	21 982	214 060	213 859
Kaliumsalze (Abraumsalze)	143	6	285 023	337 777
Chlorkalium	1 058	715	85 862	80 391

Die Einfuhr und Ausfuhr von Kochsalz in den 10 Jahren vom 1. April 1888 bis 1898 ist folgende:

Digitized by Google

	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897
Belgien	64	44	45	69	79	68	73	97	58	83
Dänemark	65	1	64	—	1	1	--	1	1	5
Frankreich	43	54	6	21	5	27	49	58	64	40
Grofsbritannien	25 265	22 741	23 228	23 271	21 435	20 842	20 063	21 293	19 324	18 939
Niederlande	143	282	409	228	334	684	684	847	976	1 160
Österreich-Ungarn	1	4	9	55	21	2	2	2	2	4
Portugal	1 211	1 522	1 466	1 580	1 584	1 898	2 032	1 987	1 856	1 473
Rufsland	7	11	5	5	5	4	6	6	3	3
Schweiz	714	1 460	593	61	105	42	31	47	49	36
Spanien	165	275	586	467	417	234	54	—	—	198
Amerika	82	274	82	158	28	12	123	260	132	244
sonstigen Ländern	297	157	6	11	34	15	42	66	121	180
zusammen	28 057	26 825	26 499	25 926	24 048	23 829	23 159	24 664	22 586	22 365
Ausfuhr nach										
den deutschen Zollausschlüssen	30 212	14 025	9 492	10 986	9 850	9 072	10 403	9 646	10 618	11 321
Belgien	19 648	25 927	22 538	27 154	24 995	26 661	23 874	16 546	23 146	28 674
Dänemark	6 534	6 137	6 091	7 248	7 283	7 832	6 438	9 501	11 042	12 550
Frankreich	536	22	—	—	—	—	—	—	—	—
Grofsbritannien	5 100	5 694	12 916	12 747	10 711	7 102	5 498	7 200	2 760	4 206
den Niederlanden	19 107	24 007	24 030	28 278	29 546	26 653	25 029	47 208	33 502	36 259
Norwegen und Schweden	6 504	9 930	13 509	15 480	14 785	20 123	19 468	22 591	17 567	19 309
Österreich-Ungarn	24 567	24 173	22 223	26 638	28 164	28 651	26 996	30 913	31 359	27 152
Rufsland	10 514	10 785	12 279	11 362	9 924	6 893	9 317	11 073	9 966	9 660
Schweiz	2 575	3 773	3 800	4 302	2 279	2 693	1 452	1 460	1 471	1 550
Afrika	1 168	1 473	2 171	3 116	2 912	3 621	3 510	3 749	2 858	3 878
Britisch-Indien	6 444	62 754	57 606	96 147	40 616	82 182	53 269	54 120	47 016	52 823
Amerika	359	492	3 990	6 919	5 476	2 546	949	1 790	1 741	1 609
Australien	32	2 281	5 860	4 492	5 308	5 058	6 566	5 548	5 270	3 287
den übrigen Ländern	871	785	82	316	113	[1]) 3 470	219	178	[2]) 1 393	[3]) 5 576
zusammen aufserdeutsche Länder	103 959	178 233	187 095	244 199	182 112	223 485	182 585	211 877	189 091	206 533
Gesammtausfuhr	134 171	192 258	196 587	255 185	191 962	232 557	192 988	221 523	199 709	217 854

[1]) Darunter 3270 *t* nach Niederl.-Ostindien. — [2]) Darunter 1136 *t* nach Japan. — [3]) Desgl. 5328 *t*.

Digitized by Google

Der Verbrauch im Zollgebiete betrug	1895/96	1896/97	1897/98
	t	*t*	*t*
an Speisesalz	409 610	414 918	419 999
auf den Kopf der Bevölkerung	7,8 *kg*	7,8 *kg*	7,8 *kg*
an abgabefreiem, nicht Speisezwecken dienendem Salze	555 084	608 080	607 374
auf den Kopf der Bevölkerung	10,6 *kg*	11,5 *kg*	11,2 *kg*
davon sind verwendet worden			
zur Viehfütterung	108 600	113 851	114 236
zum Düngen	3 722	3 195	3 652
zur Soda- und Glaubersalzbereitung	317 260	347 862	319 676
in anderen chemischen Fabriken und zur Farbenbereitung	55 868	63 961	83 622
in der Lederindustrie	23 686	23 991	28 831
in der Metallwaarenindustrie	23 628	26 974	32 767
zur Herstellung von Seifen und Kerzen	10 074	9 794	9 427
	542 838	589 628	592 211

In welchen Mengen Siedesalz und Steinsalz im einzelnen zu gewerblichen Zwecken im deutschen Zollgebiete verbraucht werden, zeigt folgende Zusammenstellung:

Im Jahre 1897/98 sind abgegeben an	Anzahl der Empfänger	Siedesalz *t*	Steinsalz *t*
Salzhändler	42	727,8	143,8
Soda- und Glaubersalzfabriken[1])	50	8 522,9	309 841,1
Chemische und Farbenfabriken[2])	210	18 676,6	64 764,2
Seifenfabriken und Ölraffinerien	1277	1 432,5	7 641,8
Glashütten und Glasfabriken	24	3,7	159,9
Gerbereien und Lederfabriken	1713	2 600,4	4 606,0
Häutehändler	1783	7 577,5	13 655,8
Metallwaarenfabriken und Hüttenwerke	276	509,2	31 173,9
Töpfereien und Thonwaarenfabriken	258	715,8	1 329,8
Papierfabriken	5	12,0	16,5
Schiffbauereien, zum Tränken von Holz[3])	6	—	19,9
Webereien, Tuchfabriken	435	287,6	1 184,5
Eiskeller und Eisfabriken	1297	1 550,6	4 539,8
Pferdebahnen	123	171,1	1 823,7
zu sonstigen Zwecken	14	3,4	1 479,0
als Viehsalz[4])	—	79 387,9	29 029,3
als Düngesalz[5])	—	470,4	1 260,6
zusammen		122 649,4	472 669,6

[1]) Aufserdem 5 349 990 *hl* Soole.
[2]) „ 103 087 „ „ 3614 *hl* Mutterlauge.
[3]) „ 112 *t* Mutterlauge.
[4]) Als Viehsalz aufserdem 2296,7 *t* Pfannenstein, 2632,5 *t* andere Abfälle, 889,8 *t* Lecksteine.
[5]) Als Düngesalz aufserdem 765,1 *t* Pfannenstein, 1118,7 *t* andere Abfälle, 37,1 *t* Seesalz.

Digitized by Google

Der Verbrauch von Kochsalz überhaupt im deutschen Zollgebiete war während des 10jährigen Zeitraumes vom 1. April 1888 bis 189[illegible] folgender:

Jahr	Speisesalz			
	heimisches	fremdes	zusammen	auf den Kopf der Bevölkerung
	t	*t*	*t*	*kg*
1888/89	349 716	22 153	371 869	7,7
1889/90	342 831	21 836	364 667	7,4
1890/91	358 772	22 431	381 203	7,7
1891/92	364 094	22 268	386 362	7,7
1892/93	362 672	20 772	383 444	7,6
1893/94	370 105	20 362	390 467	7,6
1894/95	378 980	19 799	398 779	7,7
1895/96	388 775	20 835	409 610	7,8
1896/97	395 766	19 152	414 918	7,8
1897/98	401 003	18 996	419 999	7,8

Jahr	Anderes Salz			
	heimisches	fremdes	zusammen	auf den Kopf der Bevölkerung
	t	*t*	*t*	*kg*
1888/89	384 908	5904	390 812	8,1
1889/90	427 227	4989	432 216	8,8
1890/91	461 370	4068	465 438	9,4
1891/92	480 377	3658	484 035	9,7
1892/93	507 964	3276	511 240	10,1
1893/94	531 593	3467	535 060	10,5
1894/95	534 188	3360	537 548	10,4
1895/96	551 254	3820	555 084	10,6
1896/97	604 667	3433	608 100	11,5
1897/98	604 005	3369	607 374	11,2

Jahr	Gesammtverbrauch		Jahr	Gesammtverbrauch	
	überhaupt	auf den Kopf der Bevölkerung		überhaupt	auf den Kopf der Bevölkerung
	t	*kg*		*t*	*kg*
1888/89	762 681	15,8	1893/94	925 527	18.1
1889/90	796 883	16,2	1894/95	936 327	18,1
1890/91	846 641	17,1	1895/96	964 694	18,4
1891/92	870 397	17,4	1896/97	1 023 018	19,3
1892/93	894 684	17,7	1897/98	1 027 373	19,0

Digitized by Google

Der Verbrauch von deutschem Siedesalz mit Ausnahme von Grofsgewerbesalz in den einzelnen deutschen Gebieten war 1896:

In Norddeutschland:

	t	Bevölkerung, Zahl in 1000	Auf den Kopf d. Bevölkerung kg
Provinz Ost- und Westpreufsen	13 980	3 501	3,99
„ Pommern	12 313	1 574	7,82
„ Posen	14 268	1 829	7,80
„ Schlesien	35 979	4 415	8,15
„ Brandenburg ohne Berlin und Charlottenburg	16 542	2 690	6,15
Berlin und Charlottenburg	15 031	1 809	8,31
Provinz Sachsen nebst Anhalt u. Schwarzburg-Sondershausen	20 687	3 070	6,74
„ Hannover und Waldeck, Fürstentümer Lippe und Schaumburg-Lippe	23 744	2 637	9,00
„ Schleswig-Holstein u. Lauenburg	7 603	1 137	6,69
„ Westfalen	24 570	2 701	9,10
„ Hessen-Nassau	16 825	1 757	9,58
Rheinprovinz	46 035	5 106	9,02
Freie Stadt Hamburg und Altona	7 709	831	9,28
Freie Stadt Bremen	2 037	196	10,39
Grofsherzogt. Mecklenburg-Schwerin und Strelitz, sowie Freie Stadt Lübeck	6 102	782	7,80
Grofsherzogtum Oldenburg u. Wilhelmshafen	2 916	393	7,42
Herzogtum Braunschweig	3 426	434	7,89
Thüringische Staaten mit den sächsischen Herzogtümern	12 953	1 258	10,30
Königreich Sachsen	25 397	3 788	6,70
zusammen Norddeutschland	308 117	39 909	7,72

In Süddeutschland:

Königreich Bayern (ohne Pfalz)	64 455	5 053	12,75
„ Württemberg	22 052	2 081	10,60
Grofsherzogtum Baden	24 394	1 725	14,14
„ Hessen { nördlich des Mains	3 003	1 039	10,42
„ Hessen { südlich des Mains	7 823		
Bayerische Pfalz	9 233	766	12,05
Hohenzollern	1 700	66	25,76
Elsafs-Lothringen	16 528	1 641	10,07
zusammen Süddeutschland	149 188	12 371	12,06
insgesammt Deutsches Reich	457 305	52 280	8,77

Der Verbrauch von heimischem Siedesalz ist also in Süddeutschland mit 12,06 *kg* auf den Kopf der Bevölkerung gegen Norddeutschland mit 7,72 *kg* um 4,34 *kg* gröfser. In Norddeutschland wird an fremdem

Digitized by Google

See- und Siedesalz etwa 0,57 *kg* auf den Kopf der Bevölkerung verbraucht. Im übrigen erklärt sich der Minderverbrauch gegen Süddeutschland durch verhältnismäfsig gröfseren Verbrauch von Steinsalz, insbesondere zur Viehfütterung, und durch den geringeren Bedarf und Verbrauch von Viehsalz überhaupt.

Die Stärke des Verbrauchs von fremdem Salze in den einzelnen deutschen Gebieten läfst sich annähernd nach der Höhe des Salzzolls[1]) beurteilen.

Dieser betrug im Jahre 1897/98:

Provinz Ostpreufsen	963 086	*Mk.*,
„ Westpreufsen	693 900	„
Rheinprovinz	150 252	„
Hamburg	119 592	„
Provinz Schleswig-Holstein	102 447	„
„ Posen	20 300	„
„ Pommern	18 399	„
„ Hannover	9 166	„
„ Schlesien	6 647	„
Königreich Sachsen	6 291	„
Bremen	4 982	„
Luxemburg	4 939	„
Provinz Westfalen	1 291	„
Herzogtum Braunschweig	1 172	„
Grofsherzogtum Oldenburg	840	„
Provinz Hessen-Nassau	492	„
Lübeck	471	„
Provinz Brandenburg	252	„
„ Sachsen und Fürstentum Schwarzburg-Sondershausen (Unterherrschaft)	244	„
Grofsherzogtümer Mecklenburg	2	„
Thüringische Staaten	2	„
Herzogtum Anhalt	—	„
zusammen norddeutsches Gebiet	2 104 767	*Mk.*,
Elsafs-Lothringen	3 516	*Mk.*,
Grofsherzogtum Hessen	760	„
„ Baden	654	„
Königreich Bayern	144	„
„ Württemberg	2	„
zusammen süddeutsche Gebiete	5 076	*Mk.*,

das ist in Norddeutschland ein Zoll von 5,274 *Pf.*, in Süddeutschland von 0,041 *Pf.* auf den Kopf der Bevölkerung oder 0,44 *kg*, gegen 0,0032 *kg* verzolltes Salz.

Im ganzen sind zu Speisezwecken 18996,4 *t* Salz eingeführt, von dem nur ein geringer Teil lediglich mit dem Zollaufschlag von 0,80 *Mk.*

[1]) 12 *Mk.* auf 100 *kg* seewärts eingehendes, 12 *Mk.* 80 *Pf.* auf 100 *kg* landwärts eingehendes Salz.

Digitized by Google

für 100 *kg* belastet worden ist. Aufserdem sind abgabenfrei 3368,5 *t* Salz eingeführt, von dem ebenfalls nur ein kleiner Teil mit 0,80 *Mk.* für 100 *kg* verzollt ist.

Der überhaupt mögliche Verbrauch von Kochsalz zur Viehfütterung in Deutschland berechnet sich unter der Annahme, dafs für ein Stück Grofsvieh jährlich durchschnittlich 20 *kg*, für ein Stück Kleinvieh jährlich 4 *kg* verbraucht werden können, wie folgt.

Der Viehstand war nach der Zählung vom 1. December 1897

	Pferde	Rindvieh	Schafe	Schweine
in Norddeutschland überhaupt .	3283077	12544094	9348040	11345514
auf 1000 Einwohner	82	314	234	284
in Süddeutschland überhaupt . .	755408	5946678	1518732	2929043
auf 1000 Einwohner	61	481	123	237
zusammen Deutsches Reich . .	4038485	18490772	10866772	14274557
auf 1000 Einwohner	77	354	208	273

Salzverbrauch:

Norddeutschland	für 15827171	Stück	Grofsvieh	316543 *t*,
„	„ 20693554	„	Kleinvieh	82774 „
Süddeutschland	„ 6702086	„	Grofsvieh	134042 „
„	„ 4447775	„	Kleinvieh	17791 „
Deutsches Reich	für 22529257	Stück	Grofsvieh	450585 *t*,
„	„ „ 25141329	„	Kleinvieh	100565 „
zusammen möglicher Viehsalzverbrauch . .				551150 *t*.

Der Verbrauch für andere Tiere: Ziegen, Wild u. a. kommt noch dazu.

Dagegen sind im Jahre 1897 zur Viehfütterung nur 114236 *t* Kochsalz einschliefslich Lecksteine oder 20,7 *Pzt.* des möglichen Verbrauches verwendet.

Der Salzpreis für Siedespeisesalz ist im Deutschen Reiche im Kleinhandel fast durchweg gleichmäfsig 20 *Pf.* für 1 *kg*, 20 *Mk.* für 100 *kg*, davon macht die Salzsteuer im Deutschen Reiche 12 *Mk.* aus. In gröfseren Posten geben Kleinhändler das Salz schon zu 18 *Mk.* ab. Der Produzent verkauft im Grofshandel das Speisesalz frei Empfangsstation, in Jutesäcken zu 50 *kg*, 100 *kg* zu 16 *Mk.* 20 *Pf.* bis 16 *Mk.* 60 *Pf.*, Viehsalz bei Abzug von 12 *Mk.* Salzsteuer 20 bis 40 *Pf.* höher. Bei geringeren Abnahmen, in Posten unter 200 oder unter 100 *Ctr.* wird ein um 20 bis 40 *Pf.* höherer Preis berechnet. Der Preis ist verschieden, je nachdem das Salz in kleineren oder gröfseren Säcken verpackt wird. Grofshändlern, die eine gröfsere Jahresmenge abnehmen, wird gewöhnlich eine Provision von 10 bis 25 *Mk.* auf jede Wagenladung (10000 *kg*) gegeben, aufserdem wird ihnen ein bis drei Monate Zahlungsfrist (Kredit) gewährt.

Die Preise von Steinsalz sind wesentlich geringer, als die von Siedesalz und in den einzelnen Absatzgebieten verschieden. Förder-

Digitized by Google

rohsalz in Stücken wird mitunter schon zu weniger als 40 *Pf.* für 100 *kg* abgegeben, gemahlenes Fabriksalz ohne Säcke zu 60 *Pf.*, gemahlenes Krystallsalz zu Speisezwecken zu 80 *Pf.*, denaturirtes Viehsalz zu 80 *Pf.* bis 1 *Mk.* 20 *Pf.*, Viehsalzlecksteine zu 1 *Mk.* 20 *Pf.*, denaturirtes Gewerbesalz je nach Wahl der Denaturirungsmittel zu 70 *Pf.* bis 2 *Mk.*, alles ab Werk. Säcke zu 100 *kg* werden mit 40 bis 50 *Pf.* berechnet.

Salinen, Steinsalzwerke, Kalisalzwerke haben sich zur Ausschliefsung gegenseitiger Konkurrenz, also zur Erhaltung günstiger Preise und eines bestimmten Absatzes, zu Verbänden zusammengeschlossen [1]).

Unter den Steinsalzwerken bilden die Stafsfurter Werke einen Verband, der durch den Ausschufs der Steinsalzwerke zu Leopoldshall-Stafsfurt vertreten wird. Dazu gehören:

die Werke des anhaltischen Fiskus zu Leopoldshall,
die Werke des preufsischen Fiskus zu Stafsfurt,
die Gewerkschaft Neustafsfurt und
die Gewerkschaft Ludwig II. zu Stafsfurt,
die deutschen Solvay-Werke zu Bernburg.

Als Steinsalz fördernde Werke sind inzwischen Thiederhall und Hedwigsburg hinzugetreten, so dafs der Abschlufs einer neuen Konvention in Aussicht steht. Eine Vereinbarung ist auch zwischen den Stafsfurter Werken und dem Steinsalzwerke Konsol. Inowrazlaw getroffen.

Die deutschen Kaliwerke sind seit 10 Jahren in einem Verkaufssyndikate vereinigt, das mit Ende des Jahres 1898 abgelaufen und vorläufig für drei Jahre verlängert ist. Die vielen neu entstehenden Werke und die Ansprüche älterer Werke auf einen gröfseren Anteil an der Produktion erschweren den Abschlufs für längere Zeit.

Schon seit 1. April 1879 war zwischen den damals allein vorhandenen vier Rohsalz fördernden Werken (preufsischer und anhaltischer Fiskus, Neustafsfurt und Douglashall) zur Beschränkung der Förderung auf bestimmte Anteile und zur Erhaltung eines angemessenen Preises eine Konvention, zunächst für Carnallit, abgeschlossen worden, der vom 1. Juli 1880 ab auch eine Vereinbarung für Kainit folgte. Diese wurden jedoch im Jahre 1883, als das Werk bei Aschersleben (Schmidtmannshall) mit bedeutender Chlorkaliumfabrik zur Entwickelung kam, aufgehoben. Eine neue Konvention wurde darauf unter den mit Ludwig II. auf sechs angewachsenen Werken für fünf Jahre ab-

[1]) *Dr. Borsche*, Die Stafsfurter Konvention der Kalisalzwerke. *Chem. Industrie* 1890. *G. Engelke*, Das deutsche Kalikartell in seiner Entwickelung und gegenwärtigen Gestalt; Über wirtschaftliche Kartelle in Deutschland und im Auslande, Leipzig bei Duncker und Humblot, 1894. *H. Paxmann*, Die Kaliindustrie in ihrer Bedeutung und Entwickelung, Stafsfurt bei R. Weicker 1899.

Digitized by Google

geschlossen. Danach sollten an der zu 3000 *t* angenommenen täglichen Förderung beteiligt sein

das preufsische Staatswerk mit	20	*Pzt.*,
„ anhaltische Staatswerk mit	24	„
„ Salzwerk Douglashall mit	16	„
„ „ Neustafsfurt mit	16	„
„ „ Schmidtmannshall mit . . .	16	„
„ „ Ludwig II. mit	8	„

Die drei mit eigener Chlorkaliumfabrik versehenen Rohsalzwerke (Douglashall, Schmidtmannshall, Neustafsfurt) schlossen mit den chemischen Fabriken (bis auf vier, die für eigenen Bedarf arbeiteten) auf fünf Jahre ein Verkaufssyndikat für alles Chlorkalium von mehr als 75 *Pzt.* Reingehalt ab.

Der preufsische Fiskus legte im Jahre 1889 eine eigene Chlorkaliumfabrik an, später sind die Werke bei Vienenburg, Bernburg, Thiede, Anderbeck und Sondershausen mit eigenen Fabriken hinzugekommen.

Bei dem durch mehrere (sieben) Einzelverträge im September und Oktober 1888 von neuem auf 10 Jahre abgeschlossenen Syndikatsvertrage wurden die Rohsalz fördernden Werke wie folgt beteiligt:

das preufsische Staatswerk mit	18,866	*Pzt.*,
„ anhaltische Staatswerk mit	18,866	„
die Alkaliwerke Westeregeln mit . . .	14,533	„
das Salzwerk Neustafsfurt mit	14,533	„
die Kaliwerke Aschersleben mit	14,533	„
das Salzwerk Ludwig II. mit	10,799	„
„ Salzwerk Hercynia mit	7,866	„

Aufser dem Verkaufssyndikate der Kaliwerke für den Vertrieb der Produkte der chemischen Fabriken — insbesondere von Chlorkalium zu 70 bis 80 *Pzt.*, schwefelsaurem Kalium zu 90 und 96 *Pzt.*, schwefelsaurem Kaliummagnesium, kalzinirten Düngesalzen mit 21,6, 27, 31,5 und 37,8 *Pzt.* reinem Kali und Kieserit in Blöcken mit mindestens 55 *Pzt.* schwefelsaurem Magnesium — bestand innerhalb des Verbandes

der Ausschufs der Carnallit fördernden Werke, der die Lieferung der Rohsalze an die Fabriken nach den vereinbarten Anteilen und den Vertrieb der unmittelbar in den Verkehr kommenden Rohsalze zu regeln hatte, und

ein Ausschufs der Kalirohsalzwerke, der den Vertrieb des gemahlenen Kainits und Sylvinits zu regeln hatte.

Ursprünglich war die Ausführung der durch jeden der sieben Verträge getroffenen Vereinbarungen einem besonderen Ausschusse übertragen. Später ist die Geschäftsführung vereinfacht worden.

Die ursprünglichen Beteiligungsmengen mufsten infolge des Beitrittes neuer Werke wiederholt geändert werden. Zur Feststellung der

Digitized by Google

einzelnen Berechtigungsanteile brachte man die Rohprodukte in vier Gruppen, wobei nicht alle Werke in sämmtlichen Gruppen beteiligt waren.

Die Anteile der zum Syndikat gehörigen Werke, die 1897 in Förderung standen, waren folgende:

	a.	b.	c.	d.
	Carnallit	Carnallit	Kainit und Sylvinit	
	für fabrikatorische Verarbeitung, Prozent des Gesammtabsatzes	für landwirtschaftl. Zwecke, Badesalz etc., Prozent des Gesammtabsatzes	für landwirtschaftl. Zwecke in rohem Zustande, Prozent des Gesammtabsatzes	für Verarbeitungn auf konzentrirte Salze kg
Preufsischer Fiskus in Staſsfurt	14,51	13,50	14,22	52 000
Anhaltischer Fiskus in Leopoldshall	14,51	13,50	14,22	52 000
Konsolidirte Alkaliwerke in Westeregeln	11,18	11,18	11,76	32 000
Gewerkschaft Neustaſsfurt bei Löderburg . .	11,18	13,50	14,22	72 000
Kaliwerke Aschersleben .	11,18	11,18	14,22	80 000
Gewerkschaft Ludwig II.[1])	8,30	8,33	—	—
Vienenburger Kalisalzwerk Hercynia	6,05	5,94	9,80	20 000
Deutsche Solvay-Werke in Bernburg	10,99	11,01	11,76	32 000
Aktiengesellsch. Thiederhall	6,05	5,93	—	10 000
Gewerkschaft Wilhelmshall	6,05	5,93	9,80	20 000

Die Normalförderung bei der Gruppe d. Kainit zur Verarbeitung ist 370000 *kg*. Bei der Verarbeitung von Schönit werden 1 *kg* = $^5/_7$ *kg* Normalkainit gerechnet.

Bei der Abgabe an die Landwirtschaft wird für Kainit und Sylvinit ein Mindestgehalt von 12,4 *Pzt.* reinem Kali, für Carnallit von 9 *Pzt.* reinem Kali verbürgt.

Der Verkauf geschieht durch die gemeinsame Verkaufsstelle Leopoldshall-Staſsfurt.

Die Verkaufsbedingungen sind folgende:

Der Grundpreis für 1 *t* Carnallit von mindestens 9 *Pzt.* Kaligehalt und Kieserit beträgt beim Absatze im Inlande 9 *Mk.*; für 1 *t* Kainit und Sylvinit von mindestens 12,4 *Pzt.* Kaligehalt 15 *Mk.*

Bei mehr als 400 *km* Entfernung werden staffelweise Preisvergütungen gewährt, nach den östlichen Provinzen für je 20 *km* 10 *Pf.*, im übrigen 5 *Pf.* Provisionen erhalten von diesen Preisen die landwirtschaftlichen Vereine, die den Absatz an ihre Mitglieder vermitteln,

[1]) Infolge von Erwerbung eines neuen Grubenfeldes wird auch die Gewerkschaft Ludwig II. in die Kainitgewinnung eintreten.

Digitized by Google

die Düngerfabriken und Agenten, und zwar bei Carnallit und Kieserit 4 bis 14 *Pzt.*, letztere bei mehr als 100000 *t*, bei Kainit und Sylvinit 3 bis 10 *Pzt.*, letztere bei mehr als 300000 *t* Abnahme. Die landwirtschaftlichen Vereine erhalten überdies 1 *Pzt.* Propagandavergütung und 1 *Pzt.* Delcrederevergütung.

Für 1895 waren die Grundpreise mit Rücksicht auf die Notlage der Landwirtschaft um 5 *Pzt.* von den einzelnen Sätzen ermäfsigt worden.

Der Grundpreis für 1 *t* konzentrirten Kalidünger (von mindestens 38 *Pzt.* Kaligehalt) beträgt 85 *Mk.* mit einem Rabatt bis zu 6 *Pzt.*

Für den Absatz ins Ausland ist der Grundpreis

von Carnallit und Kieserit . . . . 12 *Mk.*,
von Kainit und Sylvinit . . . . . 19 „

mit durchschnittlich etwa 5 *Pzt.* Rabatt. Für den amerikanischen Markt beträgt der Preis von Kainit und Sylvinit 16,50 *Mk.* für 1 *t* ohne weitere Vergütung [1]).

Der neue Syndikatsvertrag vom 22./29. Juni 1898 [2]) ist für die Dauer von drei Jahren bis Ende 1901 vereinbart worden. Von da ab gilt er jedesmal um ein Jahr verlängert, wenn nicht ein halbes Jahr vorher gekündigt wird.

Die Syndikatsmitglieder nehmen in bestimmten Verhältnissen am Absatze der in vier Gruppen geteilten Erzeugnisse teil. Diese sind:

I. Erzeugnisse mit mehr als 48 *Pzt.* reinem Kali,
II. „ „ „ „ 18 bis 48 *Pzt.* reinem Kali,
III. Nicht carnallitische Rohsalze von 12,4 bis 18 *Pzt.* Kaligehalt,
IV. Carnallit.

Die Gruppen I und II umfassen Fabrikate, Rohsalze und Mischsalze, die Gruppen III und IV nur reine Rohsalze.

An dem Absatze dieser Erzeugnisse nach Tausendteilen sind beteiligt:

	I.	II.	III.	IV.	zusammen
Der preufsische Fiskus	130	130	130	142	532
„ anhaltische Fiskus	118	118	120	110	466
Alkaliwerke Westeregeln	100	100	102	100	402
Gewerkschaft Neustafsfurt	100	100	102	100	402
Kaliwerke Aschersleben	100	100	102	100	402
Gewerkschaft Ludwig II.	72	72	26	80	250
„ Hercynia	93	93	101	100	387
Deutsche Solvay-Werke	100	100	102	100	402
Aktiengesellschaft Thiederhall . . .	46	46	—	48	140
Gewerkschaft Wilhelmshall	61	61	85	70	278
„ Glückauf Sondershausen	40	40	70	—	150
„ Hedwigsburg	40	40	60	50	190
	1000	1000	1000	1000	4000

[1]) *Gf.* 1896, S. 76.
[2]) *Industrie* 1898, Nr. 115 bis 118.

Digitized by Google

Die Anteile ändern sich beim Eintritt neuer Werke oder der beteiligten Werke in eine der Gruppen, in der sie noch nicht vertreten waren, so hat die Gewerkschaft Glückauf nachträglich in der Gruppe IV einen Anteil von 45,8 Tausendteilen erhalten.

Die Organe des Syndikats sind der Vorstand, der Ausschuſs und die Generalversammlung.

Der Vorstand des Verkaufssyndikats der Kaliwerke besteht aus zwei oder mehr von der Generalversammlung zu wählenden Mitgliedern. Er verwaltet sein Amt nach einer vom Ausschusse vorzulegenden, von der Generalversammlung zu genehmigenden Dienstanweisung.

Der Ausschuss versieht die Stelle eines Aufsichtsrates. Er besteht aus dem Vertreter des königl. preuſsischen Bergfiskus als Vorsitzendem und vier von der Generalversammlung je auf ein Kalenderjahr zu wählenden Mitgliedern. Aufserdem werden von der Generalversammlung zwei Stellvertreter gewählt, die bei der Behinderung von Mitgliedern in bestimmter Reihenfolge eintreten. Mindestens ein Mitglied und ein Stellvertreter muſs einem der Werke angehören, die in der Gruppe I stärker als in der Gruppe III vertreten sind. Für den Vorsitzenden wird ein Stellvertreter auf die Dauer eines Kalenderjahres vom Ausschuss selbst gewählt.

Die Generalversammlung besteht aus den Vertretern der einzelnen Werke. Jedes Werk bestellt einen Vertreter und einen oder zwei Stellvertreter. Die Werksvertreter können auf der Generalversammlung von ihren Stellvertretern begleitet werden. Jedes Werk hat die Stimmenzahl, die der Summe seiner Anteile in den vier Gruppen entspricht, so daſs die Gesammtzahl der Stimmen 4000 ist.

Der Generalversammlung liegt die Wahl von Kommissionen, die Etatsfestsetzung, der Abschluſs von Lieferungsverträgen, die Abänderung der oberen Grenzen für die Preisfestsetzung der zur Gruppe II gehörigen Düngesalze, die Feststellung neuer Beteiligungsziffern für Syndikatsmitglieder, Aufnahme neuer Werke, Änderung des Syndikatsvertrages, Wahl der Vorstands- und der Ausschuſsmitglieder und noch einiges andere ob.

Die Generalversammlung wird in der Regel halbjährlich vom Vorsitzenden des Ausschusses zusammenberufen und aufserordentlich, wenn es der Vorsitzende für erforderlich hält oder wenn es von mindestens 1000 Stimmen (also ein Viertel) beantragt wird.

Zur Schlichtung von Streitigkeiten, insbesondere über die Auslegung des Vertrages, entscheidet ein unter dem Vorsitz des Direktors des königlichen Oberbergamtes in Halle gebildetes Schiedsgericht, zu dem jede der beiden streitenden Parteien einen Beisitzer wählt. Ist der preuſsische Fiskus am Rechtsstreite beteiligt, so ernennt das herzogliche Landgericht in Dessau den Vorsitzenden.

Als besondere Bestimmungen sind noch hervorzuheben: Preiserhöhungen für landwirtschaftliche Düngesalze können nur mit Geneh

Digitized by Google

migung des preufsischen Ministers für Handel und Gewerbe eingeführt werden. Dem preufsischen Fiskus bleibt auch das Recht vorbehalten, bei Notständen vorübergehend Ausnahmepreise unter Berücksichtigung der Selbstkosten nach Anhörung des Ausschusses festzusetzen.

Abänderungen der Vertragsbestimmungen über das Beteiligungsverhältnis, über die Aufbringung der Anteile für neu eintretende Werke, über das Stimmverhältnis, das Austrittsrecht, das Kündigungsrecht, die Preisbeziehung zwischen den rohen und anderen Düngesalzen und über die der königl. preufsischen Staatsregierung vorbehaltenen Rechte können nur mit Einstimmigkeit aller Werke beschlossen werden. Sonstige Änderungen beschliefst die Generalversammlung mit Zweidrittelmehrheit, wenn sich in dieser der Vertreter des preufsischen Fiskus befindet.

Im Frühjahr 1898 waren die Preise von Kaliumsalzen in Stafsfurt

	für 100 *kg* ohne Sack	
Kainit (12,4 *Pzt.* Kali, Mindestgehalt = 23 *Pzt.* schwefels. Kalium) . .	1,50 *Mk.*	(1,88 *Mk.* in Säcken zu 100 *kg*)
Torfkainit	1,60 „	(2,00 „ „ „ „ 100 „)
Carnallit und Kieserit.	0,90 „	(1,30 „ „ „ „ 100 „)
bei 2½ *Pzt.* Torfmullbeimischung .	1,00 „	(1,40 „ „ „ „ 100 „)

Kaliumdüngesalze, gemahlen mit mindestens

20 *Pzt.*	reinem	Kali,	100 *kg*	ohne	Sack	3 *Mk.*	10 *Pf.*,
30 „	„	„	100 „	„	„	4 „	75 „
40 „	„	„	100 „	„	„	6 „	40 „

frei Waggon Bahnhof Stafsfurt, oder Bahnhof der anderen Kaliwerke (Egeln, Baalberge, Aschersleben, Vienenburg, Anderbeck, Sondershausen, Thiede, Wendessen). Bei den letzten fünf Stationen wird der Frachtvorteil gegen Stafsfurt oder Egeln etc. zur Hälfte dem Besteller berechnet. Bei mehr als 400 *km* Entfernung tritt Ermäfsigung ein.

Im Jahre 1897 förderten die

10 Kalisyndikatswerke Kalirohsalze	1 903 020 300 *kg*
dazu Gewerkschaft Glückauf bei Sondershausen .	45 992 600 „
Hedwigsburg bei Wolfenbüttel	1 128 100 „
zusammen	1 950 141 000 *kg*
davon Carnallit	853 890 900 *kg*
Kainit und Sylvinit	1 096 250 100 „
dagegen 1896	1 782 478 528 „
davon als Rohsalze	1 007 806 100 „
und zu fabrikatorischen Zwecken	942 334 900 „

In der Jahresperiode 1. April 1896/97 vertrieb

das Kalisyndikat	893 375 *t*	rohe Kaliumsalze,
und zwar (ausgenommen 4418 *t*) zur landwirtschaftlichen Verwendung.		
An Kainit und Sylvinit sind	835 857 *t*	abgesetzt,
und zwar	587 091 *t*	im Inlande,
	248 766 *t*	im Auslande.
An gemahlenem Carnallit und Bergkieserit sind	57 518 *t*	abgesetzt,
davon	53 522 *t*	im Inlande.

Digitized by Google

Der Durchschnittspreis war für Kainit . . 1 *t* = 12,80 *Mk.*
beim gesammten Absatze für . . . . . 1 *t* = 13,90 „
bei Carnallit und Bergkieserit für . . . . 1 *t* = 8,00 „

Bei der Verarbeitung der Kaliumsalze sind erzeugt worden:

Chlorkalium (auf 80 *Pzt.* berechnet) . . . . . 143 667 *t*,
davon abgesetzt im Inlande 53 145 *t*,
im Auslande 90 522 *t*,
Schwefelsaures Kalium (auf 90 *Pzt.* berechnet) . . 13 697 *t*,
Kalzinirtes schwefels. Kalium-Magnesium zu 48 *Pzt.* 5 159 *t*,
Krystallisirtes schwefelsaures Magnesium zu 40 *Pzt.* 1 087 *t*,
Chlorkalium, das zu Pottasche verarbeitet wurde 10 264 *t*.

Der Absatz des Verkaufssyndikats der Kaliwerke betrug 1897 [1]:

145 376 689 *kg* Chlorkalium zu 80 *Pzt.*,
15 402 774 „ schwefelsaures Kalium zu 90 *Pzt.*,
7 414 759 „ kalzinirtes schwefelsaures Kalium-Magnesium zu 40 *Pzt.*,
921 860 „ krystallisirtes schwefelsaures Kalium-Magnesium zu 48 *Pzt.*,
2 624 435 „ kalzinirtes Düngesalz,
213 650 „ kalzinirter gemahlener Kieserit,
25 669 096 „ Kieserit in Blöcken,
964 105 075 „ Kainit und Sylvinit,
63 701 120 „ Carnallit und Bergkieserit,

im Werte von etwa 40000000 *Mk.*

Seit Eröffnung des Bergbaues auf Kaliumsalze in Stafsfurt bis Ende 1897 sind im ganzen etwa 29200000 *t* Kaliumsalze abgesetzt worden.

Der Absatz betrug [2]):

Jahr	Überhaupt Rohsalze	Nach reinem Kali berechnet		
		Rohsalze	Fabrikate	zusammen
	t	*t*	*t*	*t*
1894	1648168,1	89837,4	89278,9	179116,3
1895	1531739,4	84292,3	83933,5	168225.8
1896	1782479,6	106548,7	90307,1	196855,8
1897	1950181,0	121263,3	88940,9	201204,2

Die Ausfuhr von Chlorkalium betrug 1896/97

nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika . 44 298 *t*
„ Frankreich . . . . . 12 926 *t*
„ England und Schottland . . . . . 10 988 *t*
„ Belgien und Holland . . . . . 9 052 *t*
zusammen . . . . 77 264 *t*

Von dem Absatze von Chlorkalium sind zu landwirtschaftliche Zwecken

im Inlande . . . . 1 490 *t*, im Auslande . . . 53 722 *t*

verbraucht, der Rest in der chemischen Industrie.

Der Absatz verteilt sich auf die verschiedenen Länder wie folgt

[1]) *Industrie* 1898, S. 683.
[2]) Jahresbericht der Handelskammer zu Halberstadt.

Digitized by Google

	1. Chlorkalium, 80 *pzt.*, in 100 *kg*.				
	1893	1894	1895	1896	1897
Deutschland	400 912	438 415	489 950	541 194	505 365
Österreich und Schweiz	24 761	44 772	40 912	39 097	37 796
England	106 761	118 952	104 631	93 625	87 791
Schottland	15 381	26 715	24 969	28 548	35 623
Frankreich	147 573	133 173	102 264	116 743	158 863
Belgien und Holland	81 437	88 421	87 366	86 392	93 933
Italien	51 354	30 837	33 902	30 772	34 637
Nordamerika	381 322	448 854	419 553	477 556	444 393
Skandinavien und Dänemark	7 095	11 424	11 717	28 755	36 209
Rufsland	18 105	22 151	27 587	22 843	7 727
Brasilien	—	—	—	1 289	521
Spanien und Portugal und verschiedene aufsereuropäische Länder	8 940	6 114	10 366	9 978	10 909
	1 243 641	1 369 828	1 353 217	1 476 792	1 453 767

1897	2. Schwefelsaures Kalium (90 *pzt.*)	3. Kalzinirtes schwefelsaures Kalium-Magnesium (48 *pzt.*)	4. Krystallisirtes schwefelsaures Kalium-Magnesium (40 *pzt.*)	5. Kalzinirtes Düngesalz	6. Kalzinirter gemahlener Kieserit
	kg	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*
Deutschland	843 800	173 400	913 500	197 300	148 500
Österreich	16 000	—		—	
Schweiz	11 700	5 100		—	
England	1 499 800	412 400		264 000	
Schottland	22 000	—		737 800	
Frankreich	3 143 000	160 700		160 000	
Belgien und Holland	861 600	763 700		293 500	
Italien	201 200	—		—	
Spanien und Portugal	431 600	—	8 400	413 800	65 200
Skandinavien und Dänemark	59 100	—		—	
Rufsland	355 200	—		—	
Nordamerika	6 605 500	5 868 900		508 000	
Brasilien	—	—			
Verschiedene aufsereuropäische Länder	1 352 300	30 600		50 000	
	15 402 800	7 414 800	921 900	2 624 400	213 700

Digitized by Google

1897	7. Kieserit in Blöcken	8. Kainit und Sylvinit	9. Carnallit und Bergkieserit
Deutschland	—	668 340 000 *kg*	58 543 900 *kg*
Nordamerika	2 286 000 *kg*	168 869 400 „	
Grofsbritannien	20 330 200 „	126 895 700 „	5 157 200 „
Andere Absatzgebiete . .	3 052 900 „		
	25 669 100 *kg*	964 105 100 *kg*	63 701 100 *kg*

Der Verbrauch von Düngesalzen auf 10000 *ha* nutzbarer Bodenfläche war im Jahre 1895:

im Herzogtum	Anhalt (147207,6 *ha*) . .	528600 *kg*,
in der Provinz	Sachsen	358740 „
im Herzogtum	Braunschweig	288310 „
in der Provinz	Brandenburg	281520 „
„ „ „	Hannover	259600 „
„ „ „	Schlesien	226570 „
„ „ „	Posen	215600 „

und weniger in den übrigen Gebieten.

Im Jahre 1890 waren noch 172 Kreise, die keine Kaliumsalze verbrauchten, im Jahre 1894 nur noch 63 Kreise.

Den höchsten Verbrauch haben auf 10000 *ha*

der Kreis	Gardelegen[1]) mit	1450100 *kg*,
„ „	Zerbst mit	1179300 „
„ „	Kalbe mit	998700 „
„ „	Lingen mit	975700 „
„ „	Salzwedel mit	948800 „

Die deutsche Landwirtschaft könnte nach *Siemssen* zu zweckmäfsiger Bewirtschaftung jährlich 3600000 *t* Kaliumdüngesalze verbrauchen[2]).

Nimmt man an, dafs im Deutschen Reiche auf 10000 *ha* bebauter Fläche ebenso viel verbraucht werden könnte, wie im Herzogtum Anhalt, so berechnet sich der mögliche Verbrauch bei 30915000 *ha* bebauter Fläche[3]) zu 1634167 *t*, gegenüber dem wirklichen Verbrauche von 726884 *t* Düngerohsalze im Jahre 1897.

Zur Verhinderung der Konkurrenz haben die Kaliwerke aufserdem eine Schutzbohrgesellschaft gebildet, die den Zweck hat, durch Bohrungen und Aufsuchen von Salzlagerstätten in bergfreien Gebieten, insbesondere da, wo neue Bohrunternehmungen im Werke sind, das

[1]) Heimat des *Dr. Schulz-Lupitz*.

[2]) *Siemssen*, Der Verbrauch an Kaliumrohsalzen in der deutschen Landwirtschaft in den Jahren 1890 bis 1894, bei Gebr. Unger, Berlin 1896; *Industrie* 1897, Nr. 54.

[3]) Nach der Erntestatistik für 1896; Hauptnutzungen von Acker- und Gartenländereien, Wiesen, Weinbergen, Tabakspflanzungen.

Digitized by Google

Recht des ersten Finders wahrzunehmen und die Lagerstätten durch Anspruch auf Verleihung (Mutung) für sich zu erwerben. Aus ihr ist im Jahre 1894 die Bohrgemeinschaft der vereinigten Kalisalzwerke hervorgegangen.

Zu der Schutzbohrgesellschaft gehörten

der anhaltische Landesfiskus als Besitzer des Herzogl. Salzwerkes Leopoldshall;
die Aktienges. Konsolidirte Alkaliwerke zu Westeregeln;
die Gewerkschaft Salzbergwerk Neustafsfurt zu Löderburg;
die Aktiengesellschaft Kaliwerke Aschersleben zu Aschersleben;
die Gewerkschaft Ludwig II. zu Stafsfurt;
die Aktiengesellschaft Deutsche Solvaywerke zu Bernburg;

aufserdem gehörten noch dazu, je nach den für die Bohrungen in Betracht kommenden Staatsgebieten:

die Gewerkschaft Hercynia bei Vienenburg,
die Gewerkschaft Wilhelmshall bei Anderbeck und
die Aktiengesellschaft Mecklenburgische Kalisalzwerke zu Jessenitz.

Bis 1894 gehörte auch der preufsische Fiskus als Besitzer der königl. Salzwerke zu Stafsfurt zu der Schutzbohrgesellschaft.

Zur Bohrgemeinschaft gehören die sechs erstgenannten Werke, denen bis zum Jahre 1897 auch die Aktiengesellschaft Thiederhall angeschlossen war.

Die deutschen Salinen sind gröfstenteils gruppenweise zu Verbänden mit gemeinsamer Verrechnungsstelle vereinigt. Die Gruppenverbände sind unter sich und mit den übrigen einzelnen Salinen in gröfseren Verbänden (Konventionen) vereinigt. Diese Verbände haben den Zweck, gegenseitige Konkurrenz auszuschliefsen, den einzelnen Salinen ihre Absatzgebiete und den ihnen zukommenden Anteil am Gesammtabsatze zu erhalten und einen angemessenen Preis zu erzielen, der in der Regel für alle Orte ohne Unterschied der Entfernung von der Produktionsstätte annähernd gleich hoch bemessen wird.

In Norddeutschland bilden die thüringischen und in der Provinz Sachsen gelegenen Privatsalinen nebst den Salinen der Deutschen Solvaywerke zu Bernburg (Anhalt) und Saaralben (Lothringen), sowie die Saline Orb den Mitteldeutschen Salinenverein mit den Geschäftsstellen in Halle a. S. und Salzungen; die hannoverschen Salinen nebst einigen kleineren benachbarten Werken, jedoch mit Ausnahme der Saline Luisenhall bei Göttingen, den Verband Norddeutscher Salinen mit der Geschäftsstelle in Hannover; die westfälischen Salinen nebst der Saline Luisenhall bei Göttingen den Westfälischen Salinenverein mit der Geschäftsstelle in Unna-Königsborn.

Digitized by Google

Diese drei Verbände bilden mit den staatlichen preufsischen und braunschweigischen Salinen, der fürstlich lippeschen Saline Salzuflen und der Saline Lüneburg zur Kontrolle des Absatzes und Feststellung gleichmäfsiger Salzhandelsbestimmungen die Norddeutsche Salinenvereinigung mit dem Sitze in Hannover.

Unter den süddeutschen Salinen sind einige in Württemberg und am Neckar gelegene Salinen zu einem Verein der Neckarsalinen zusammengetreten mit der Geschäftsstelle in Friedrichshall bei Jagstfeld. Dieser im Verein mit den königl. bayerischen, den übrigen württembergischen, den grofsherzogl. badischen und hessischen Salinen bilden den Verband rechtsrheinischer Salinen mit der Geschäftsstelle in Stuttgart.

Mit den nach Süddeutschland liefernden norddeutschen Salinen und Salinenverbänden für ihren süddeutschen Absatzanteil bildeten die süddeutschen Salinen vereint mit dem Syndikate der lothringischen Salinen die Süddeutsche Salinenvereinigung mit dem gleichen Zwecke, wie für Norddeutschland die Norddeutsche Salinenvereinigung. Im Jahre 1897 sind die lothringischen Salinen ausgeschieden, was Anlafs zu einer Auflösung der Süddeutschen Salinenvereinigung gab. Indessen wird eine neue Vereinbarung zwischen dem inzwischen zu Stande gekommenen Verbande rechtsrheinischer Salinen und dem Verbande norddeutscher Salinen angebahnt.

Diese Salinenverbände sichern den Produzenten einen angemessenen Gewinn an ihren Unternehmungen, ohne den Konsumenten das notwendige Ernährungsmittel zu verteuern; der Zwischenhandel mufs sich jedoch mit einem geringeren Vorteil begnügen. Die hohe Bedeutung der Salinenkonventionen liegt aber besonders darin, dafs, wie in Norddeutschland, einer grofsen Zahl kleinerer und in ihren Produktionsmitteln minder günstig gestellter Werke, die unter dem Übergewichte der neueren Grofsbetriebe zweifellos zu Grunde gehen müfsten, ihre Lebensfähigkeit erhalten wird. Auf diese Weise wird vielen Orten eine seit langen Zeiten nutzbringende Industrie erhalten und der Centralisirung der Salzgewinnung durch grofskapitalistische Unternehmungen, der sonst nur durch eine Monopolisirung durch den Staat begegnet werden könnte, vorgebeugt.

Deutschland ist an den Landgrenzen gegen die Nachbarländer durch einen die Salzsteuer um 80 *Pf.* für 100 *kg* übersteigenden Grenzzoll gegen die Einfuhr fremden Salzes geschützt, auf der Seeseite jedoch nicht. Die englische Einfuhr von Salz macht deshalb der deutschen Salinenindustrie empfindliche Konkurrenz. Das englische Salz wird an den norddeutschen Küstenplätzen, in Schleswig und über Hamburg, Stettin, Danzig flufsaufwärts bis ins Innere des Landes eingeführt. Durch billige Preisstellung an den Küstenorten, der freilich eine um so höhere Preisstellung im Inneren des Landes zur Schadloshaltung der produzirenden Werke gegenüberstehen mufs, sucht man die Einfuhr

Digitized by Google

englischen Salzes zu bekämpfen, ohne damit genügenden Erfolg zu erzielen, so dafs wiederholt aus Interessentenkreisen Petitionen an die gesetzgebenden Stellen gerichtet worden sind des Inhaltes, dafs für seewärts eingehendes Salz der gleiche Zoll wie für landwärts eingehendes Salz erhoben werde. Dafs dies bis jetzt nicht geschehen ist, hat seinen Grund hauptsächlich in der Absicht, der deutschen Fischerei an den Küstenplätzen ein möglichst billiges Salz zu gewähren.

Die Einfuhr englischen Salzes betrug

1888 . . . . . 25 265 *t*,
1897 . . . . . 18 939 *t*,

daneben wird auch portugiesisches Seesalz an den Küstenorten abgesetzt (s. S. 232).

2. Österreich mit Ungarn und Siebenbürgen.

Die Salzgewinnung in Österreich verteilt sich auf das Salzkammergut mit überwiegender Siedesalzerzeugung in sechs Salinen und geringer Steinsalzgewinnung, Galizien und Bukowina mit bedeutender Steinsalzgewinnung in vier Werken, darunter ein Werk mit Kaliumsalzgewinnung, und Siedesalzgewinnung in 10 Salinen, auf Ungarn mit drei Salzbergwerken und einer Saline, Siebenbürgen mit 19 Steinsalzbergwerken, auf Istrien und Dalmatien mit Meersalzgewinnung in fünf Meersalinen, dazu Bosnien und Herzegowina mit zwei Salinen. Die Salzgewinnung ist Staatsmonopol.

Salzkammergut.

Die hier zur Soolgewinnung für die Salinen mit geringer Steinsalzgewinnung ausgebeuteten Salzlager sind bei Hallstatt und Ischl in Oberösterreich, Aussee in Steiermark, bei Hallein am Dürnberge in Salzburg, Hall in Tyrol, sowie in Berchtesgaden in Oberbayern aufgeschlossen, wo als salzführende Gebirgsmasse das Haselgebirge vorkommt. Das Steinsalz tritt darin in krystallinischen Massen als Kern, Kernsalz, gemischt mit Thon, thonigem Mergel und Gyps auf. Es beträgt etwa 50 bis 80 *Pzt.* der Masse. Nur selten trifft man darin reinere Salzpartien, Krystallsalz. Die höheren Teile des Gebirges nach dem Ausgehenden zu sind teils infolge natürlicher Auslaugung durch die Tages- und Gebirgswasser, teils infolge älterer Gewinnungs- und Auslaugungsarbeiten salzarm und werden als Heidengebirge[1])

[1]) Man leitet das Wort von Heide, allgemeine Bezeichnung der Celten und Römer, die hier Bergbau betrieben haben sollen, ab. Dafs in den ältesten Zeiten Salzgewinnung stattgefunden hat, beweist die grüne Färbung des Salzes, von zersetzten und aufgelösten Bronzegegenständen herrührend, Funde von Fellen, angebrannten Holzfackeln, Resten von Grubenzimmerung und anderes. Prof. *Aug. Simony* hat durch Analyse nachgewiesen, dafs das Heidengebirge von den Urvölkern ausgelaugt und zur Salzbereitung benutzt worden sein mufs.

Digitized by Google

bezeichnet. Das Salzgebirge ist von der oberen und unteren Gruppe des Alpenkalkes eingeschlossen, dem das Lebergebirge folgt, bestehend aus rotbraunem Schieferthon, der durch Aufnahme von Gyps in Thongyps übergeht. Überlagert wird es gewöhnlich von Geröllschichten. Thon, Gyps und Steinsalz sind rot, in Braun und Gelb übergehend oder grau, in Aussee sind Gyps und Steinsalz vorherrschend rot, in den übrigen Salzbergen vorwiegend grau. Am reichsten an Steinsalz ist der Salzberg bei Berchtesgaden (Bayern), der sich ungefähr 1520 *m* weit von Norden nach Süden erstreckt und noch etwas mehr von Osten nach Westen und 285 *m* gröfste Mächtigkeit aufweist. Dann folgen im Salzreichtum der Salzberg von Aussee, Hallstatt, Ischl, Hallein und zuletzt der Salzberg von Hall in Tyrol als weniger reich.

Fig. 21.

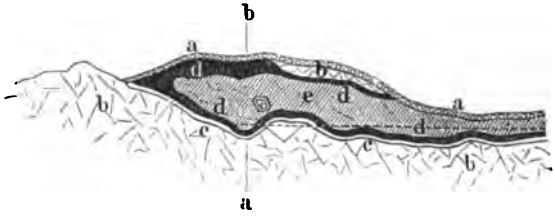


Fig. 22.

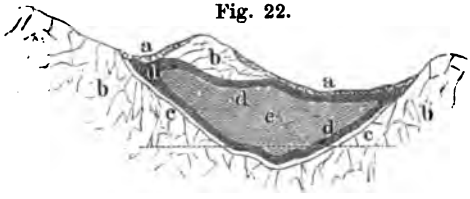


Fig. 23.

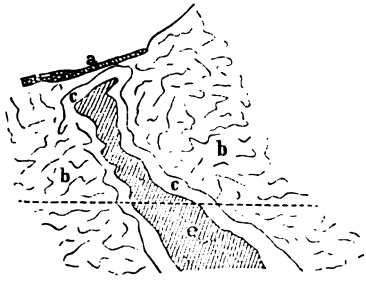
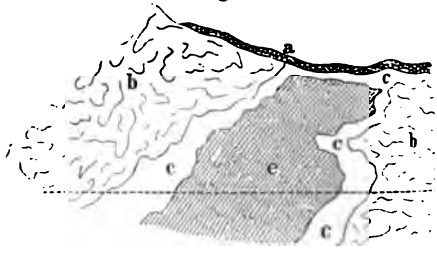


Fig. 24.



Die Figuren 21 bis 25 stellen einige dieser Salzlager dar. Fig. 21 ist ein Längenprofil des Lagers bei Hallein von Ost nach West; Fig. 22 ein Querprofil nach *a b* von Nord nach Süd; Fig. 23 zeigt das Salzlager von Ischl im Durchschnitt von Ost nach West; Fig. 24 dasselbe von Nord nach Süd; Fig. 25 giebt ein Längenprofil des Salzlagers von Hall von Ostsüdost nach Westnordwest. *a* ist Gerölle, *b* Kalk, *c* tauber Thon, *d* Gyps und Anhydrit, *e* Salzgebirge.

Der Dürnberg bei Hallein hat 515 *m* Tiefe, 2842 *m* Länge und 1292 *m* Breite, der Hallstädter Berg, seit dem 14. Jahrhundert eröffnet, hat entsprechend 185, 2004 und 855 *m*; der Ischler Berg, seit 1563 in Betrieb, 389,5, 855 und 190 *m*.

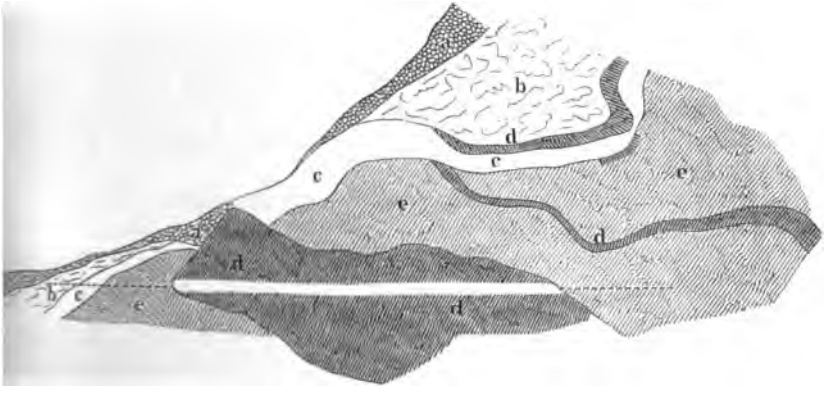
Digitized by Google

Während man früher das Haselgebirge der Alpen als plutonisches Gebilde, das Salz als ein Sublimat oder ein Produkt von Schlammvulkanen und aus dem Erdinneren stammend ansah, greifen mit den sechziger Jahren andere Ansichten Platz, und neuere Forscher (*Schafhäutl*, *v. Hauer*, *Suefs*, *Gümbel*, *Pichler*, *v. Richthofen*, *Lipold* und *v. Prinzinger*) reihen das Salzgebirge in die Sedimentgesteine ein, wo es meist zu den zwischen Buntsandstein (Grödner Sandstein) und dem Gutensteiner Kalk lagernden Werfner Schichten gerechnet wird.

J. v. Moysisovics teilt das Salzgebirge in eine obere Anhydritregion und eine tiefere Polyhalitregion.

Auf Grund vieler Beobachtungen über das Auftreten von Steinsalzmassen (Augensalz) im Haselgebirge kommt *A. Aigner*[1]) zu der Ansicht, dafs diese ursprünglich in horizontalen Straten, wie die heutigen Bildungen in Salzseen, abgelagert und als Steinsalzgerölle unbekannter Herkunft hineingeführt worden sind. Seitenpressungen und plutonische Einwirkungen, wie durch den im Liegenden aufgefundenen Melaphyr (bei Hallstatt) haben zur Zeit der Erhebung des Alpengebirges (zwischen der Miocän- und Pliocänperiode) das ursprüngliche Lager zerstört und als eine Breccie in die klaffende Kuppe des Salzberges durch die jüngeren Sedimentgesteine hindurch hinaufgedrückt und Teile davon mitgerissen.

Fig. 25.



Danach sind folgende Bildungsstufen anzunehmen:

1. Bildung eines Salzlagers in einem Triasmeere mit Abscheidung aller vorkommenden Salzbestandteile, dabei Einströmung von Soole mit Geröllen aus zerstörten primären Salzlagern, die das Vorkommen des Augensalzes begründen, und Bildung der stratificirten Augensalzbestandmassen.

[1]) *Öst. Z.* 1898. **46**, 72.

Digitized by Google

2. Periodische abyssodynamische Störungen dieser Bildungen, aus denen sich bereits die Urformen der heute vorliegenden Fragmente abheben.

3. Dann vermutlich Blofslegung des Lagers infolge allmählicher Hebung und dadurch herbeigeführte Veränderungen durch Infiltrationen.

4. Zurücksinken unter den Meeresspiegel und Ablagerung der jüngeren Schichten, Zlambachmergel, Hallstädter Kalke u. s. w. und allmähliche Pressung der ganzen Schichtenmasse und weitere Störungen im Salzlager.

5. Eruption der plutonischen Gesteine (Melaphyr), letzte Durchmengung der gehobenen Salzlager unter Durchbrechung der hangenden Schichten bis zum Jura, Lias, die sich zu beiden Seiten hoch auftürmen.

6. Dann Einwirkung der Atmosphärilien auf die klaffenden Salzlagermassen und Bedeckung mit schützender Thonhülle aus dem entsalzten Haselgebirge.

Geringe Bewegungen in den Gebirgsmassen dauern noch heute fort, wie man aus markscheiderischen Vermessungen erkannt hat.

Die Soole wird aus dem Haselgebirge aus bergmännisch angelegten Sinkwerken gewonnen, in denen das Salzgebirge ausgelaugt wird (siehe zweiten Teil).

Das als Kernsalz, Bergkern darin vorkommende Steinsalz wird vorzugsweise als Viehsalz und zu Jagdsulzen für das Wild verwendet. Die Gewinnung ist nur gering und beträgt etwa 500 bis 600 *t* jährlich.

Salinen werden bei Hallstadt, Ischl und Ebensee in Oberösterreich, Hallein in Salzburg, Aussee in Steiermark und Hall in Tyrol betrieben.

Beim oberösterreichischen Salzbergbau waren 1892 85 Werke (Sinkwerke, Wehre) in Betrieb, vier in Vorrichtung. Die Sinkwerke zu Ischl und Hallstadt liefern die Soole den Salinen zu Ischl und Ebensee und der daselbst erbauten Sodafabrik, der Soolverlust bis dahin wird auf 12 *Pzt.* geschätzt. Der Salzberg zu Ischl liefert jetzt jährlich etwa 120 000 *cbm*, der zu Hallstadt 220 000 *cbm* gesättigte Soole. Salinen und Sodafabriken verbrauchen jährlich 340 000 *cbm*, davon die Sodafabrik zu Ebensee 100 000 *cbm*.

Aussee hat eine 9710 *m* lange, Hall eine 12 820 *m* lange Soolleitung.

Aufgeschlossen sind der Salzstock

von Aussee	auf	2000 *m*	Länge,	1200 *m*	Breite,	200 *m*	Tiefe
„ Ischl	„	1000 „	„	260 „	„	— „	-
„ Hallein (Berchtesgaden) .	„	1900 „	„	1500 „	„	280 „	-
„ Hall	„	2800 „	„	1200 „	„	300 „	-

Bei den ersteren enthält der Salzthon etwa 60 *Pzt.*, bei Hall in Tyrol, wo die Salzgebirgsmasse einer höheren Zone der Trias anzugehören scheint, nur 30 bis 35 *Pzt.* Kochsalz.

Digitized by Google

Die Produktion der Werke war 1892:

	Produktion					Wert der Produktion	Arbeiter sind beschäftigt	
	Steinsalz *t*	Siedesalz *t*	Industriesalz *t*	Soole *cbm*	Versottene Soole *cbm*	*Gulden*	beim Salzbergbau	in den Sudwerken
Hallstadt Salzbergbau und Saline	277	8 171	720	197 940	28 281	926 030	231	152
Ischl Salzbergbau und Saline	—	1 433	803	82 121	47 897	1 450 720	127	233
Ebensee Saline	—	43 752	2 801	—	150 169[1])	4 475 540	—	443[2])
Hallein Salzbergbau und Saline	—	19 386	300	71 331	67 858	1 855 400	203	202
Aussee Salzbergbau und Saline	282	17 835	940	—	61 117	1 730 810	71	300
Hall Salzbergbau und Saline	12	13 341	173	—	—	1 070 560	131	109

Die Salzpreise sind in Österreich an den verschiedenen Erzeugungsorten verschieden und betragen z. B. in Hallein

für 100 *kg* Speisesalz . . . . . 9 *Gulden* 55 *Krz.*,
„ 100 „ Viehsalz . . . . . 5 „
„ 100 „ Dünge- u. Fabriksalz (Industriesalz) 47 bis 98 *Krz.*,
„ 1 *cbm* Soole . . . . . 9 *Krz.*,

in Ischl

für Blanksalz . . . . . 9 *Gulden* 80 *Krz.*,
„ Füderlsalz . . . . . 10 „
„ Brikettsalz (verpackt) . . . . . 10 „ 25 „
ab Magazin.

Für eingeführtes Salz ist, wenn für das Produkt keine besondere Einfuhrvergünstigung bewilligt ist, ein Zoll von 84 *Kreuzern* und eine Licenzgebühr von 9 *Gulden* 38 *Kreuzer* für 100 *kg* zu entrichten.

---

[1]) 68½ *Pzt.* von Hallstadt, 31½ *Pzt.* von Ischl.
[2]) Darunter 35 Frauen.

Digitized by Google

Galizien und Bukowina.

Die berühmtesten Steinsalzvorkommen sind bei Wieliczka und Bochnia in Westgalizien [1]).

Die bedeutenden, im Tertiärgebirge auftretenden Lager und Stöcke sind seit mehr als fünf Jahrhunderten durch grofsartige unterirdische Baue geöffnet. Nachrichten aus dem elften Jahrhundert lassen auf die Eröffnung des Wieliczkaer Bergbaues in dieser Zeit schliefsen.

An das den cretacischen und eocänen Bildungen angehörende Schichtensystem der Karpathen, das in der Hauptsache aus Sandsteinen, Thon und Mergelschiefern besteht, lehnen sich teils in steiler Aufrichtung, teils in horizontaler Lagerung Schichten miocänen Alters, die stellenweise von Löfs bedeckt sind; nach Norden zu verschwinden sie unter alluvialen Sanden der Weichselniederung. Der Karpathenrand erhebt sich bei Wieliczka bis zu etwa 360 *m* und fällt gegen Norden ein, wo sich eine beckenförmige Einsenkung vorlagert. Das steilere, aber niedrigere Nordgehänge dieses Beckens ist vorwiegend aus Sandlagen aufgebaut, die nach Süden zu abgeschwemmt zu sein scheinen. Diese obermiocänen Bogucicer Sande bilden die nordwestliche Umrandung des Wieliczkaer Beckens, im östlichen Verlaufe werden sie durch ebenfalls obermiocäne gypsführende Thone ersetzt. Unter diesen Schichten folgt das obere ungeschichtete und das untere geschichtete Salzgebirge. Dies letztere ist schwach nach Westen geneigt, teils auch nach Süden. Das Liegende der Salzablagerung ist im Westen Jurakalk, der bei Kossocice und Barycz durch Bohrungen nachgewiesen ist. Das geschichtete und ungeschichtete Salzgebirge scheint der ersten und zweiten Mediterranstufe des Wiener Beckens anzugehören oder ist überhaupt untermiocän. Dafs das Wieliczkaer Salzgebirge eine Ablagerung aus dem Meereswasser ist, beweisen zahlreiche organische Reste von Meerestieren, die in den begleitenden Thonen aufgefunden worden sind. Es sind hauptsächlich Foraminiferen, Einzelnkorallen, Bryozoen-Mollusken, Seeigel, Würmer und Crustaceen. Aufserdem kommt eine Planorbis-Art vor. An eingeschwemmten Landpflanzenresten sind Föhrenzapfen, Caryanüsse, Trümmer von Buchen- und Birkenholz und eine Palmenart (*Raphia*) gefunden worden. In dem Thone der ungeschichteten Zone sind nur Reste von Meerestieren (*Nucula*, *Pecten*, *Gloria*, *Ostrea*) gefunden worden.

---

[1]) *Hrdina*, Geschichte der Wieliczkaer Saline, Wien 1842. *Leob. J.* 1857, 6. *Wagners Jahresber. d. chem. Technol.* 1862, S. 218. *Bergwerksfreund* 5, 460. *Öst. Z.* 1877, 25, 277. *E. Windakiewicz*, Wieliczka, *Leob. J.* 1897, 45, 1. Heft; und ders., Das Salzbergwerk in Wieliczka mit Rücksicht auf den Fremdenbesuch 1896.

Digitized by Google

Mit den Schächten durchteufte man Dammerde, gelben Lehm, Triebsand, bläulichgrauen Mergel und Thon mit Sandsteingeschieben und einer Gypsschicht, dann das ungeschichtete Salzgebirge mit Salzbrocken und Salzstöcken, sowie Geschieben von Sandstein, Kalkstein und Granitblöcken in grünlichgrauem Thone, darauf geschichtetes Salzgebirge, aus Salz-, Thon- und Anhydritlagen bestehend. Die aufgeschlossene Mächtigkeit des Lagers erreicht gegen 150 *m*[1]).

Man unterscheidet nach der eigentümlich körnigen Struktur drei durch verschiedene Beimengungen charakterisirte Salzvarietäten: Grünsalz, Spiza-(Spisa-)Salz und Szybiker (Schibiker) Salz. Das Szybiker Salz füllt die untere Abteilung in mächtigen Lagen aus. Es ist grobkörnig, hellgrau und enthält die wenigsten fremden Beimischungen, kaum 1 *Pzt.*, die aus Thon und Anhydrit bestehen. Die mittlere Abteilung des Lagers wird von dem Spisa- oder Anhydritsalz ausgefüllt. Es besteht aus dünnstengeligen, faserigen Krystallen, ist dunkelgrau von beigemengtem Thon und enthält feine Körner von Quarz, Mergel und Anhydrit schichtweise verteilt, mit Einlagerungen von Konchylien und Braunkohle. Der Sandbestandteil (Smulec) nimmt zuweilen so zu, dafs das Salz fast in Sandstein übergeht. Über diesen beiden, schwache Schichtung zeigenden Salzarten tritt durch Salzthon- und Anhydritschichten davon getrennt das Grünsalz in mächtigen, meistens länglichen Klumpen bis zu 20000 *cbm* Volumen auf. Es ist grobkörnig, grofskrystallinisch, gemengt mit grauem Thon und mit Gypsnadeln von schmutziggrünlicher Färbung.

Als besondere Salzarten werden noch genannt: Eissalz, Krystallsalz, Knistersalz, Hanf- oder Samensalz, Mohnsalz, Perlsalz, Adlersalz, je nach der Textur und sonstigen Beschaffenheit, und Kluftsalz, das unregelmäfsig verlaufende Spalten ausfüllt.

Die Gebirgsmassen sind:

Salzthon von dunkel aschgrauer Färbung mit Beimischungen von feinem Sand, Glimmerblättchen und Kalkteilen.

Salzsandstein von grünlicher oder bläulichgrauer Farbe, der fein bis grobkörnig ist. Im letzteren Falle sind Quarzkörner und viele Kalkschalenbrocken, auch Thonteile beigemengt. Grofskrystallinisches Steinsalz kommt als Bindemittel vor.

Thon-Anhydritgestein, meist plattenartig, bläulichweifs, dicht, gewöhnlich von gekröse- oder nierenförmiger Textur. Anhydritplatten und -linsen sind zwischengelagert mit Thon.

Thon-Gyps-Anhydritgestein, wobei der Gyps in faserigen Platten mit Thon und Anhydrit verwachsen in dünnen Schichten zwischengelagert ist.

---

[1]) *Windakiewicz* a. a. O.

Digitized by Google

Eine scharfe Trennung der Salzarten, derart, dafs das Szybiker und Spizasalz nur in der geschichteten, Grünsalz nur in der ungeschichteten Gebirgszone vorkomme, ist nicht zu machen. Auch in der unteren geschichteten Zone treten Grünsalzkörper auf. Die beibrechenden Gebirgsarten unterscheiden sich in der ungeschichteten Zone von denen der geschichteten Zone. Der Salzthon der ungeschichteten Grünsalzzone ist dunkelgrau, sehr kompakt mit flach muscheligem Bruch, mit Steinsalz und Kalkspatteilchen durchsetzt, es fehlt ihm jedoch eine Beimischung von Sand. Stellenweise geht der Salzthon in bunt (braunrot, auch grünlich) gefärbte Salzmergel über. Das Steinsalz kommt im Salzthon als Kluftausfüllung vor (Kluftsalz), wo es von Krusten und Schnüren von Anhydrit begleitet wird, die entweder als Saalband auftreten oder das Salz durchsetzen. In der Nähe der Grünsalzkörper kommt in der Regel Salzbrockenthon (Zuber) vor, der Steinsalzkörner in wechselnder Menge enthält, seltener kommen darin Anhydritkörner vor. Bei Abnahme der Salzbrocken geht der Salzbrockenthon in Salzthon über. Im Salzthon sind auch Sandsteinblöcke eingeschlossen, die mit den Albien-Sandsteinen des benachbarten karpathischen Rückens übereinstimmen.

Das geschichtete Salzgebirge ist flach, wellenförmig oder gekrümmt gelagert. Man unterscheidet darin drei Salzgruppen, die durch salzleere Gesteinsmassen getrennt sind, wobei unten Lager von Szybiker, darüber solche von Spizasalz auftreten, die sich in der Hauptrichtung bald nähern, bald parallel verlaufen. Die Grünsalzlagen zeigen keine Regelmäfsigkeit, fehlen oft oder zeigen sich zwischen Spiza- und Szybiker Salzlagen.

Die erste und die zweite Gruppe werden an einzelnen Stellen durch Salzsandstein getrennt, der bis zu 20 *m* Mächtigkeit erreicht.

Die ungeschichtete Salzthonmasse mit den Grünsalzkörpern bildet die Schutzdecke gegen Wasserzuflüsse. Ist die Salzthondecke zu wenig mächtig, so dringt das Wasser durch Klüfte aus den wasserführenden Schichten ein. Wiederholt ist Wieliczka von bedeutenden Wassereinbrüchen heimgesucht worden, so 1868 und 1879.

Fig. 26 stellt das Steinsalzlager von Wieliczka im Profil dar. Es sind *a* gelber Sand, *b* roter Lehm, *c* Triebsand, *d* grauer Mergel mit Geschieben, *e* Karpathensandstein, *f* grauer bituminöser Schiefer, *g* Grünsalz, *h* Spisa, *i* Szybiker Salz, *k* Mergel mit Fasergyps, *l* Sandstein, *m* Salzgebirge.

Der Abbau verteilt sich auf verschiedene Sohlen oder Stockwerke, entsprechend den verschiedenen Lagern. Die erste Sohle liegt 57,4, die achte 300 *m* tief.

Nicht weniger als acht Schächte von 63 bis 300 *m* Teufe dienen zur Förderung, Wasserhaltung und Fahrung. Dazu sind noch 60 blinde Schächte mit 3334 *m* Gesammtteufe vorhanden. Zur Salzgewinnung wendet man in den Salzstöcken Kammerbau, in den geschichteten

Digitized by Google

Salzlagern Örterbau an. Von der Sohle, den Abbau in Firstenstufen beginnend, baut man kegelförmige Räume (Kammern), 95 *m* und mehr hohe Weitungen aus, die durch zwischenstehende Pfeiler von unreiner Salzmasse vor dem Zusammenbrechen geschützt werden. Die Baue dehnen sich gegen 3600 *m* in der Länge und 800 *m* in der Breite aus. Bis ans taube Gebirge darf das Salz nicht gänzlich weggenommen werden, weil sonst die Decken der Kammern leicht einstürzen. Beim Spisasalz ist die völlige Wegnahme nötig, da dieses wenig Zusammenhang zeigt. Die Firsten werden dabei durch zwischenstehende Pfeiler gestützt. Hölzerne Rinnen führen die Grubenwasser einem Hauptwasserhaltungsschachte zu. Tagewasser, die durch die Dammerde durchsickern, werden durch Stollen abgeleitet. Zur Förderung in der Grube dienen Pferde.

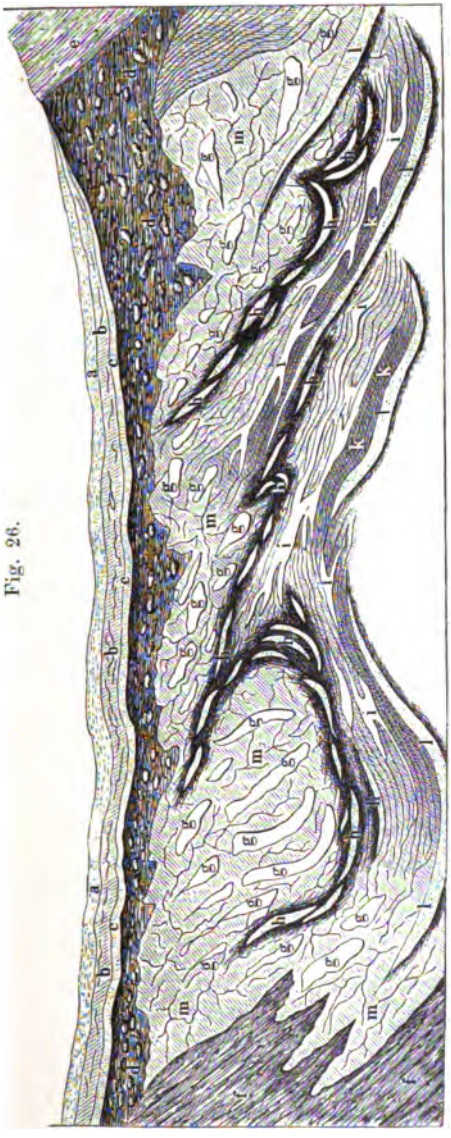


Fig. 26.

Die reinsten Salzblöcke gewann man früher in der Form von 1 *m* hohen, $^2/_3$ *m* dicken Cylindern (Balvanen) für weiteren Transport. Jetzt kommt das Salz entweder als Stücksalz in 40 *kg* schweren Blöcken und zwar als Szybiker und Spizastücksalz und als Szybiker, grünes und Spiza-Mahlsalz in den Handel. Für Fabrikzwecke wird gemahlenes Fabriksalz Nr. 1, 2, 3 und für landwirtschaftliche Zwecke Viehsalz erzeugt. In älterer Zeit wurde bei Wieliczka auch Siedesalz erzeugt, 1518 waren sechs Sudpfannen in Betrieb.

Zu Bochnia, wo das Salzvorkommen dem von Wieliczka ähnlich

Digitized by Google

ist, tritt vorzugsweise Szybiker Salz auf, während typisches Grünsalz und Spizasalz fehlen. Das Salz ist mehr oder weniger unrein. Das Lager ist nur etwa 150 *m* mächtig.

Das Vorkommen von Kalusz (Ostgalizien) ist oben (S. 158 u. f.) beschrieben. Mit dem Steinsalz kommen dort Kalium- und Magnesiumsalze von geringer Bedeutung vor. Diese hauptsächlich werden bergmännisch gewonnen.

Weitere Untersuchungen über die Salzablagerungen sind durch Bohrungen ausgeführt worden, insbesondere bei Turzawielka [1]).

In der Bukowina wird bei Kaczynka Steinsalz gewonnen und dazu eine Saline betrieben.

Im übrigen liegen die Salinen in Ostgalizien, und zwar fünf (Gruppe von Drohobycz) bei den Orten Bolechow, Dolina, Drohobycz, Lacko und Stebnik, vier (Gruppe von Stanislaw) bei den Orten Delatyn, Kalusz, Kossow und Lanczyn.

Die Salinen verwenden meist natürliche Quellsoolen, die durch Stollen und Strecken aufgeschlossen werden.

Die Salzproduktion der galizischen Salzbergwerke und Salinen war 1892:

	Steinsalz *t*	Siedesalz *t*	Industriesalz *t*	Soole *cbm*	Versottene Soole *cbm*	Wert der Produktion *fl.*	Arbeiter sind beschäftigt: beim Salzbergbau	Arbeiter sind beschäftigt: i. d. Sudwerken
a) Westgalizien:								
Salzbergwerke von Wieliczka Bochnia	37 944	—	45 022	—	—	3 743 640	1099	—
b) Ostgalizien:								
1. Gruppe von Drohobycz ... mit den 5 Salinen zu Bolechow, Dolina, Drohobycz, Lacko, Stebnik.	—	32 382	33	108 719	107 560	2 917 180	46	282
2. Gruppe von Stanislaw ..... mit den 4 Salinen zu Delatyn, Kalusz, Kossow, Lanczyn.	60	16 577	98	30 391	25 805	1 494 810	54	210

[1]) *Ö. Z.* 1895, **43**, 167.

Digitized by Google

Von der Produktion der westgalizischen Steinsalzwerke wurden 824 *t* Salz nach Rufsland ausgeführt. Die Sodafabrik zu Szczakowa verwendete 27 840 *t* Industriesalz. Die sich in den Schächten ansammelnde Soole von 275 und 44, zusammen 319 *cbm*, wurde zu 2460 *fl.* verkauft.

Zu Kalusz wurden aufserdem 606 *t* Kainit im Werte von 4910 *fl.* gewonnen. 1893 betrug die Produktion 4000 *t*, wovon 2900 *t* vermahlen wurden.

	Siedesalz *t*	Steinsalz *t*	Soole, erzeugt und versotten *t*	Wert der Produktion *fl.*	Arbeiter sind beschäftigt: beim Bergbau	Arbeiter sind beschäftigt: in den Sudwerken
c) Bukowina:						
Kaczynka, Steinsalzwerk und Saline ...	1068	1975,4	71 028	268 840	64	18

Die Salzproduktion betrug in Österreich mit Galizien [1])

	im Jahre 1895	1896
Steinsalz	45 165,7 *t*	41 939,3 *t*
Sudsalz (darunter die zu Industriesalzen verwendeten Nebensalze)	178 751,6 „	174 803,1 „
Seesalz	39 797,4 „	23 678,2 „
Industriesalz	47 882,2 „	68 512,6 „
zusammen	311 596,9 *t*	308 933,2 *t*
zu Monopolpreisen im Gesammtwerte von	24 281 500 *fl.*	22 985 353 *fl.*
Zu Kalusz: Kainit in Stücken	1444 *t*	3120 *t*
„ gemahlen	1463,8 „	1851,7 „
letztere im Werte von	14 638 *fl.*	12 962 *fl.*

Auf den Salinen waren 8421 (1896 = 7883) Arbeiter beschäftigt, darunter 1047 (840) Weiber, 495 (433) jugendliche Arbeiter, 293 (277) Kinder.

In Betrieb standen 1896 auf den

	alpinen Salinen	galizischen Salinen	zusammen
Siedepfannen	30 *Stck.*	28 *Stck.*	58 *Stck.*
mit Pfannenfläche	5070 *qm*	1540 *qm*	6610 *qm*
Darrkammerrauminhalt	3164 *cbm*	469 *cbm*	3633 *cbm*
Darrfläche	2074 *qm*	—	2074 *qm*

Die Salzgewinnung ist nach 10jährigem Durchschnitt an

Speisesalz	115 746 *t*	49 782 *t*	165 528 *t*
Neben- u. Abfallsalzen	4 809 „	795 „	5 604 „
zusammen	120 555 *t*	50 577 *t*	171 132 *t*

[1]) *Ö. Z.* 1896, **44**, 707; 1898, **46**, 127.

Digitized by Google

Von der ganzen Produktion nehmen in Prozenten ein:

	Alpine Salinen	Galizische Salinen
Abfall- und Nebensalze	4 *Pzt.*,	1,6 *Pzt.*

Das Speisesalz besteht in Prozenten aus:

Blanksalz	46 *Pzt.*,	—
Formsalz	54 „	100 *Pzt.*

Meersalinen am Adriatischen Meere.

Betrieben werden eine Staatssaline und vier Privatsalinen. Diese sind:

	Salinenfläche *ha*	Erzeugungsbeete Anzahl
In Dalmatien:		
Staatssaline in Süddalmatien bei Stagno . .	47,18	1 214
Privatsaline zu Arbe	13,20	409
„ „ Pago	122,58	2 143
in Norddalmatien, Inseln im Istrischen Quarnero.		
In Istrien:		
Privatsaline zu Capo d'Istria	255,05	3 741
„ „ Pirano	627,92	7 034
zusammen . .	1065,93	14 541

Es betrug 1892 die Produktion auf den

	an Seesalz *t*	im Werte von *fl.*	Zahl der beschäftigten Arbeiter
drei dalmatischen Salinen . . .	10 328	520 800	2149
zwei istrischen Salinen	32 376	217 900	4224

Die Arbeiter sind meist nur kurze Zeit im Sommer beschäftigt.

Ungarn.

Die Salzbergwerke liegen in der Marmaros (Marmarosch), und gehören zur Berghauptmannschaft Nagybánya.

Das Salzwerk zu Akna Szlatina erzeugt 35157 *t* Steinsalz zu Speisezwecken und 4668 *t* Industriesalz mit 461 Arbeitern.

Das Salzwerk zu Rónaszék erzeugt 17581 *t* Steinsalz (Franzgrube) mit 374 Arbeitern. Die Abbausohle umfafst eine Fläche von 56770 *qm*.

Das Salzwerk zu Sugatag (Schugatag) erzeugt 16811 *t* Steinsalz und 335 *t* Industriesalz.

Die Salzgewinnung geschieht in der Regel durch Glockenbau. Mit einem Stollen, der zugleich zur Wasserabführung dient, wird der Kopf des Stockes angefahren. Dann wird ein Förder- und Fahrschacht in der Salzmasse niedergebracht und dieser glockenförmig ausgeweitet,

Digitized by Google

so dafs Kammern von mehr als 150 *m* Tiefe und am Fufse 140 *m* Breite entstehen. Man schrämt und sprengt die Salzblöcke ab, Tagebau und Örterbau kommen auch vor.

Die Salzlager gehören ebenfalls wie die galizischen dem Miocän an. Die Salzformation erstreckt sich im Streichen über 90 *km* am südöstlichen Abhange der Karpathen. Die Salzstöcke sind von Sandstein und Thonlagen eingeschlossen und von Trachyttuffschichten überlagert. Das Hangende ist dunkler, schwarzblauer Thon, der stellenweise von dünnen Salzlagen durchsetzt ist. Spalten mit faserigem Salz finden sich in dem festeren hangenden Thone der unteren Horizonte.

Die einzige Saline Ungarns ist die bei Soóvár (Schovar), Comitat Sáros [1]).

Das dortige Salzgebirge lagert auf eocänen Sandsteinen, die von Trachyten durchbrochen werden. Das Salz kommt in einzelnen Stöcken, Butzen und kleineren Lagern im Thon und Sandstein eingebettet vor. Am Hangenden wird das Salzgebirge durch eine Schicht grauen, undurchlässigen Tegels (Palag genannt) abgeschlossen. Der Salzkörper ähnelt dem Haselgebirge. Trümmer und Geschiebe des Trachytes findet man nicht darin. Der Trachyt ist deshalb wahrscheinlich jünger und hat zur Zeit der Eruption das Salzgebirge zerstört, durch Spaltenbildung ist den Tagewassern Eintritt verschafft, die das Salz zum Teil aufgelöst haben und an anderer Stelle zum Teil wieder auskrystallisiren liefsen, so dafs ein Gemisch von Gang- und Lagertrümmern sekundärer Bildung entstand, in dem Salz, Gyps und Thon vertreten sind. Ein anderer Teil der eindringenden Wasser hat zur Bildung von Soolquellen geführt.

Die Saline (*Castrum salis de Sóvár*) ist schon sehr alt (So-óvár = Salz-Altburg). Die Benutzung der dortigen Soolquellen scheint schon vor 896 bekannt gewesen zu sein. Gegen 1570 führte man Versuche zur Aufschliefsung von Steinsalz aus, da die Quelle den Salzbedarf nicht genügend deckte. Im Jahre 1572 fand man das Steinsalzlager und eröffnete darauf den Betrieb (Leopoldschacht). Dieser wurde bis 1752 schwunghaft fortgesetzt, kam aber dann infolge plötzlicher Wasserdurchbrüche zum Erliegen. Seit der Zeit benutzt man die gesättigte im Bergwerk sich bildende Soole zum Versieden, was sich als billiger erwies, als die bergmännische Salzgewinnung. Die Saline arbeitet mit drei Pfannen, zwei zu 80,82 *qm* und eine zu 89,91 *qm* Abdampffläche, unter Anwendung von Pultfeuerungen.

Die Grube liefert täglich 500 bis 530 *hl* gesättigte (26,5 *pzt.*) Soole, man ist damit in der Lage, jährlich 6 000 000 *kg* Salz zu erzeugen. Es genügt dabei, wenn immer nur zwei Pfannen in Betrieb sind.

Die Soolförderung erfolgte bisher durch Pferdekraft am Göpel aus 140 bis 146 *m* Teufe und geschieht seit 1894 durch elektrische

[1]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 85 (*Georg Harmancsok*).

Digitized by Google

Kraftübertragung. Zugleich werden durch die elektrische Kraftanlage sämmtliche Betriebsgebäude und der Werkshof elektrisch beleuchtet.

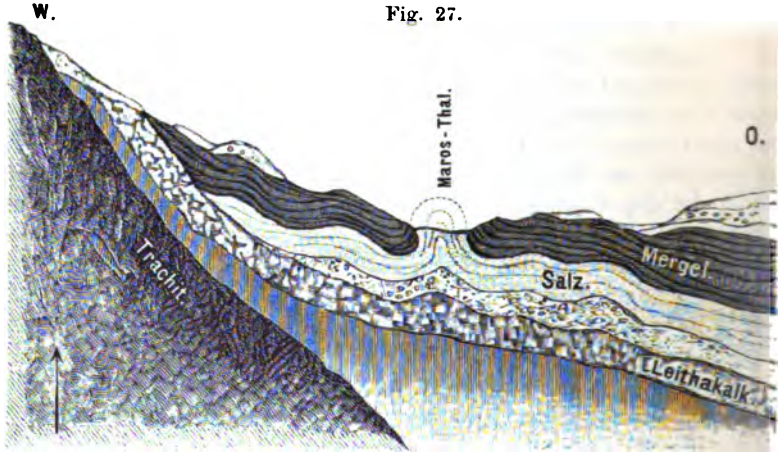
Die Saline erzeugte 1892 mit 86 Arbeitern 6891 *t* Siedesalz und verbrauchte 23000 *cbm* Soole.

Siebenbürgen.

Siebenbürgen[1]) besitzt eine Reihe von Steinsalzwerken in der Berghauptmannschaft Zalathna bei den Orten Maros-Ujvár, Deésakna, Parajd, Thorda und Vizakna.

Die nahezu horizontal gelagerten, bis zu 80 *m* mächtigen Salzlager oder Stöcke gehören der jüngeren Tertiärformation, dem Neogen an. Die Salzmassen sind oft nur von wenigem Deckgebirge überlagert. Sie bilden unregelmäfsige, meist in einer Richtung lang gezogene, schmale

Fig. 27.



und in unbekannte Tiefen niedergehende Stöcke. Das Salz ist in der Hauptmasse körnig krystallinisch, selten faserig, meist weifs und grau, selten anders gefärbt; in Parajd kommt zuweilen rötliches und sehr selten auch blaues, faseriges Steinsalz vor. Eigentümlich ist die parallele Streifung der Salzstöcke, die durch abwechselnd hellere und dunklere, parallel verlaufende Lagen von wenigen Centimeter Stärke verursacht wird. Die Festigkeit ist je nach den Salzarten verschieden. Gewöhnlich sind Gyps und Mergel eingeschlossen. Gyps kommt meist in Knollen vor, besonders zu Maros-Ujvár und Vizakna. Auch der Mergel bildet Knollen und Putzen, tritt aber auch in geschichteter Lagerung, die parallel zu den Salzlagen verläuft, auf. Molassesandsteine und Mergel, die das Mittelland der siebenbürgischen Landesteile bedecken, treten in der nächsten Umgebung der Salzstöcke auf, desgleichen

[1]) *Leob. Jahrb.* 1897, I. *R. Lamprecht*, Von dem Montanwesen der Milleniumsausstellung zu Budapest 1896.

Digitized by Google

Schieferthon von grüner und weifser Farbe. Trachyteruptionen, die in die Periode der Salzlagerbildungen fielen, gaben das Material zu geschichtetem Trachyttuff.

Die grofse Verbreitung des Salzgebirges ist nicht nur durch die zahlreichen, bis nahe an die Oberfläche reichenden Salzstöcke, die aufgeschlossen sind, bekannt, sondern auch aus den vielen Soolquellen, Salzbrunnen und Salzteichen, die man überall in dem tertiären siebenbürgischen Mittellande findet.

Salinen werden in Siebenbürgen nicht betrieben.

Einen Durchschnitt durch das Salzgebirge zeigt Fig. 27.

Der Abbau vollzieht sich durch Kammerbau, indem grofse, domförmige, konische oder parallelepipedische Hohlräume ausgearbeitet werden.

Zu Maros-Ujvár hat der Salzstock im Horizontalschnitt die Form eines Eies, mit einer Länge von 900 *m* und einer Breite von 500 *m*. Nach der Tiefe ist er auf 160 *m* aufgeschlossen. Die Salzmenge wird auf 100000000 *t* geschätzt. Schon vor Jahrhunderten scheint hier Tagebau getrieben worden zu sein. Umschlossen ist der Salzstock von Mergel, über dem Sandstein und alluviale Schichten lagern. Der obere Teil des Stockes ist durch die Maros fortgeschwemmt, so dafs nur eine 1 bis 4 *m* dicke Schotter- und Sandschicht den Salzstock von dem Bette der Maros trennt. Rings um den Salzstock ist der Mergel in einen zähen Thon umgewandelt, der einen wasserdichten Abschlufs bildet. Einsickernde Wasser der Maros gefährdeten jedoch den schon sehr alten Grubenbau. In den Jahren 1867 bis 1870 führte man einen 1450 *m* langen Ringstollen um das Lager und entwässerte es auf diese Weise.

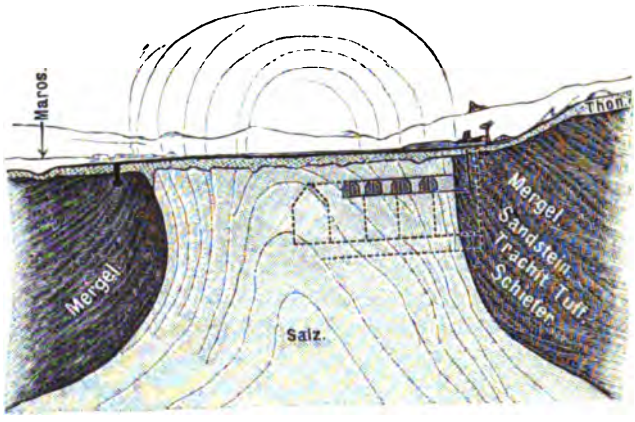
Die alte Grube, die seit 1791 mit drei Schächten betrieben wird, baute auf sieben Kammern, die in 50 bis 60 *m* Teufe durch Strecken verbunden waren. Seit den 70 er Jahren ist die neue Grube mit dem Stefanieschachte in Betrieb genommen. Deren Hauptkammer ist 230 *m* lang und jede der vier Seitenkammern hat 100 *m* Länge. Das Hauptdach jeder Kammer ist 15 *m* breit, die unter 45° einfallenden Seitenstöfse (Seitendächer) haben 15 *m* flache Länge. Die Sohle der Kammern umfafst eine Fläche von 22700 *qm*. Die Teufe betrug 1897 bereits 86 *m*.

Zur weiteren Ausbeutung der alten Gruben ist in den Jahren 1880 bis 1883 der Rudolfschacht im Mergel bis 175 *m* abgeteuft. Die vierte und fünfte Kammer haben bereits eine Teufe von 140 *m*. Da diese jedoch brüchig sind, so eröffnet man einen neuen Horizont für den Kammerbau unter dem ersten mit 16 *m* Zwischenpfeiler. Um die ganze Mächtigkeit des Salzstockes aufzuschliefsen, teuft man einen 230 *m* tiefen Schurfschacht ab. Die Kammern sind sämmtlich elektrisch beleuchtet, die Abbaukammern mit Bogenlicht. Es ist die erste ungarische Grube, die elektrische Beleuchtung einführte (Fig. 28, a. f. S.).

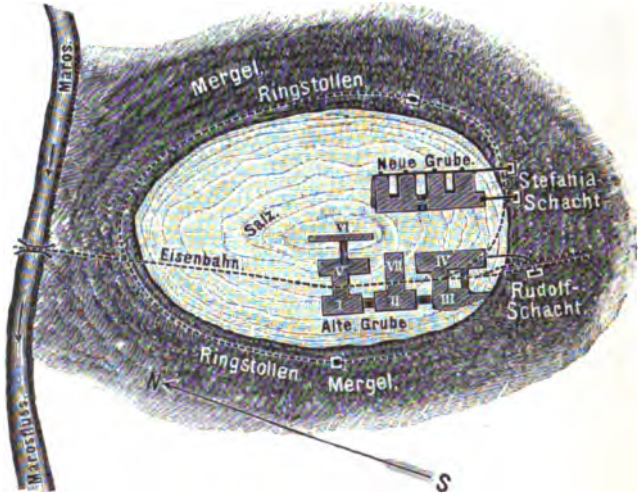
Digitized by Google

Der Abbau geschieht in Strossen, wie beim rumänischen Bergbau im zweiten Teile beschrieben ist. Man gewinnt 50 *kg* schwere Formsalzstücke. In 800 bis 1200 *kg* fassenden Hunden wird das Salz auf Schienengleisen von 40 *cm* Spurweite zum Schachte gebracht und mittels

Fig. 28.



Grundriss.



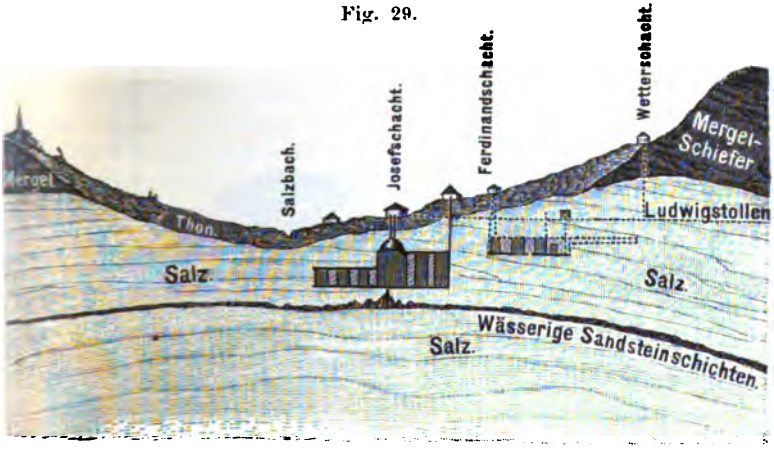
Dampfmaschine zu Tage gefördert. Salzklein und Bruchsalz werden in der Salzmühle vermahlen und in 50 *kg* fassende Säcke verpackt.

Zur Verwertung des erdigen, bisher unbrauchbaren Salzes und der im Schachtsumpfe sich sammelnden Salzwasser ist eine Sodafabrik gebaut und 1896 in Betrieb gesetzt worden („Erste ungarische Ammoniak-Sodafabrik").

Digitized by Google

Zu Deésakna, in einem Seitenthale des Flusses Szamos, ist die Ausdehnung des Salzstockes unbekannt, die Erstreckung in Länge und Breite ist mehrere Kilometer. Man schätzt die Menge auf 800000000 *t* Salz. Tiefer als 50 bis 60 *m* hat man bis jetzt die Baue nicht führen können, da eindringende Wasser dies verhindern. Überhaupt hat man nur bis 120 *m* Teufe den Salzstock verfolgen können. Der Salzstock ist von Mergel und Thon bedeckt und liegt im Thale frei. Der Betrieb scheint 1478 begonnen zu haben. Die älteren Schächte erhielten eine hut- oder glockenförmige Gestalt, einen hat man später zu einer parallelepipedischen Kammer erweitert. Eindringende Wasser höhlen die Salzmasse bienenkorbartig aus. Ein Teil der Baue ist ersoffen, in Betrieb ist nur die Ferdinandgrube, die aus einem 500 *m* langen Stollen besteht, aus dem 20 bis 30 *m* tiefe Schächte abgeteuft

Fig. 29.



sind. Die Strossenbänke bei der Hereingewinnung des Salzes werden infolge der Schichtung kleiner als in Maros-Ujvár genommen, nämlich 3 bis 4 *m* lang, $1\frac{1}{2}$ *m* breit und 0,8 *m* hoch (Fig. 29).

Zu Parajd geht der Bergbau auf dem Salzstocke des Salzberges im oberen und unteren Sófalvaer Thalbusen um. Der Salzreichtum wird auf 950000000 *t* geschätzt. Das Salz wird strossenartig mittels Keilhauen in Bänke geteilt und diese durch Holzkeile mit Holzhämmern abgelöst. Der Arbeiter (Szekler) treibt die Holzkeile sitzend oder stehend ein. Aus den Stufen werden 15 bis 16 *cm* starke, 32 bis 36 *kg* schwere Formstücke hergestellt. Diese werden in Büffelhäute gepackt und mittels einer Drahtseilbahn zu Tage geschafft. Etwa 30 *Pzt.* des Salzes fällt durch Scheidung ab und wird in den Bach geworfen. Es wird nur im Winter gearbeitet, da die Arbeiter zugleich Ackerbauer sind.

Zu Vizakna, nordwestlich von Hermannstadt, lagert das Salz in Stöcken, 4 bis 24 *m* unter der Oberfläche. Das Hangende ist ein

Digitized by Google

schiefriger, schwärzlicher Thon. Der Salzstock ist bis auf 240 *m* Teufe bekannt und auf 1000 *m* in der Länge, 600 *m* in der Breite aufgeschlossen. Der Bergbau wurde hier in den Jahren 1772 bis 1780 aufgenommen. Auch hier wird nur im Winter gearbeitet. Die Gewinnung geschieht wie in Maros-Ujvár, derart, dafs mit scharfen Keilhauen Bänke abgeschrämt und mit stumpfen, schwereren Keilhauen losgetrennt werden.

Zu Thorda ist der Salzstock auf 194 *m* Teufe aufgeschlossen. Ein 800 *m* langer Stollen führt zu den in Betrieb stehenden Kammern. Einige der 200 bis 300 Jahre alten kegelförmigen Grubenräume sind durch ihr Echo berühmt. Von diesen wird die Josefsgrube noch aufrecht erhalten. Bereits die Römer trieben auf dem Stocke Abbau.

Der Salzstock ist etwa eine Meile lang und breit und scheint in Verbindung mit dem nördlich 10 *km* entfernten Koloszer Stock zu

Fig. 30.

stehen. Man schätzt den Inhalt auf 800- bis 900000000 *t*. Man teilt die Salzmasse in 6 *m* lange Bänke, die mit Keilen und Eisenstangen abgesprengt werden. Daraus stellt man 48 bis 52 *kg* schwere Stücke her.

Die Gröfse der Abbaufläche und Produktion nebst Arbeiterzahl war:

	Anzahl der Gruben	Abbaufläche *qm*	Produktion 1892 *t*	Produktion 1895 *t*	Arbeiterzahl
Maros-Ujvár (Maroschusvar)	6	44 900	54 602	51 841	500
Deésakna (Deschakna) . .	2	4 840	9 823	17 123	160
Parajd	5	8 670	3 655	4 680	100
Thorda	3	10 710	2 053	1 606	34
Vizakna	3	5 240	3 173	3 693	75

Das Salz wird fast ausschliefslich im Lande verbraucht, nur etwa 3000 *t* werden nach Bulgarien ausgeführt.

Digitized by Google

Bosnien und Herzegowina.

Salz wurde hier früher nicht gewonnen, erst nach der Erwerbung dieser Gebiete durch Österreich ist in der Nähe von Dolnja-Tuzla bei Siminham die Kaiser Franz Josef-Saline eingerichtet worden. Diese ist seit März 1885 in Betrieb. Die Soole wird dahin in einer 6506 *m* langen Röhrenfahrt mittels Druckpumpen geleitet. Eine zweite Saline ist später bei Dolnja-Tuzla selbst gebaut worden, wo man in einer Teufe von 221 *m* ein Steinsalzlager erschlossen hatte. Erzeugt werden Grobsalz, Feinsalz und Salzbrikette.

Die Saline zu Siminham hat sechs Pfannen, zwei zu 80 *qm* für Feinsalz, je zwei zu 116 und 200 *qm* für Grobsalz. In ersteren werden auf 1 *qm* Pfannenfläche täglich 60 *kg*, auf letzteren 15 *kg* Salz gewonnen. Zum Trocknen des Blanksalzes dienen zwei Plandarren zu 80 *qm*. Die Brikette werden in Darrkammern getrocknet. Zur Brikettirung dient eine einfache Handpresse, mit der ein Mann täglich 300 *kg* Salz zu 5 *kg* schweren Briketten verarbeitet.

Die Saline zu Dolnja-Tuzla hat zwei Siedepfannen zu 140 *qm* Fläche für Feinsalz und zwei Plandarren zu 80 *qm*. Zur Beleuchtung und zum Betriebe einer Salzmühle wird elektrische Kraft verwendet.

Die Produktion war von 1885 bis 1897:

1885	= 1857 *t*	1892	= 7 731 *t*
1886	= 2362 „	1893	= 8 551 „
1887	= 3180 „	1894	= 10 488 „
1888	= 4944 „	1895	= 12 758 „
1889	= 5357 „	1896	= 13 720 „
1890	= 4991 „	1897	= 13 919 „ im Werte von
1891	= 5970 „		974 323 *fl.*

Gewonnen sind 113842 *cbm* Soole im Werte von 45536 *fl.* [1]).

Beschäftigt waren im Jahre 1892 117, im Jahre 1897 199 Arbeiter.

3. Schweiz.

Die älteste Salzgewinnungsstätte in der Schweiz ist Devins und Bévieux (Bex) im Kanton Waadt, die seit 1554 besteht. Die dortige Steinsalzgrube wird seit 1684 betrieben [2]). Der salzführende Anhydrit liefert die Soole für die Saline. Der Anhydrit wird zerkleinert und ausgelaugt, die Soole auf Gradirwerken zu Devins und Bévieux gereinigt.

Erst in jüngerer Zeit sind die vier schweizerischen Rheinsalinen [3]) entstanden:

---

[1]) *Ö. Z.* 1897, **45**, 223.

[2]) *C. Rosset, Salines de Bex* 1878. *Actes hélvetiques de Bex, p.* 60.

[3]) *Dr. A. Stoffert*, Die Bohrungen in der Schweiz auf Steinkohlen und Steinsalz etc., S. 36 bis 43. Mit 2 Karten. Basel 1889.

Digitized by Google

Schweizerhall,	Kanton Baselland, seit	1837
Kaiseraugst	Kanton Aargau, nahe am	1843
Rheinfelden	Rhein und der deutschen	1844
Ryburg	Grenze, seit	1846

Auch bei diesen ist das Salzgebirge durch Bohrungen nachgewiesen. Die Soole wird aus Bohrlöchern gewonnen.

Schweizerhall ist durch den Begründer der thüringischen, vormals Glenkschen Salinen (s. S. 218), Hofrat Glenk, begründet worden.

Die Saline zu Bévieux verarbeitet jährlich 10000 bis 12000 *cbm* gesättigte Soole auf 3100 bis 3500 *t* Siedesalz mit 20 Arbeitern. Beim Grubenbetriebe und bei der unterirdischen Soolgewinnung sind 45 bis 50 Bergleute beschäftigt.

Die neueren Salinen erzeugten:

	1880 bis 1890	1896
Schweizerhall	13 490 bis 15 570 *t*	20 000 *t*
Kaiseraugst, Rheinfelden, Ryburg	18 760 bis 21 570 *t*	24 000 *t*
zusammen . .	32 250 bis 37 140 *t*	44 000 *t*.

Im Jahre 1890 wurden 36390 *t* Siedesalz, 6643 *t* anderes Salz verbraucht. Eingeführt werden aus Frankreich etwa 4800 *t* Siede- und 2000 *t* Seesalz, etwas raffinirtes Seesalz aus Italien, Siedesalz und Steinsalz aus Deutschland (Stetten, Heilbronn). In der Hauptsache deckt die Schweiz ihren Salzbedarf selbst [1]).

Die Salzgewinnung und der Salzhandel sind Staatsregal. 1890 belief sich der Reingewinn auf 3837733 *Frcs.*, auf den Kopf der Bevölkerung 1,27 bis 1,30 *Frcs.* Der Verkaufspreis ist 6 bis 6½ *Frcs.* für 100 *kg*.

4. Frankreich.

Die Steinsalzgruben liegen in den Departements Meurthe et Moselle (3), Jura (3), Haute-Saône (2) und Basses-Pyrénées (1). Von den östlichen Gruben ist die bedeutendste St. Nikolas bei Varangéville. Das Salzlager tritt im Muschelkalk auf. 11 Bänke sind aufgeschlossen, von denen die unterste 21 *m* mächtig ist. Der im Jahre 1855 eröffnete Betrieb bewegt sich auf dem untersten Lager in 167 *m* Teufe. Aufserdem wird bei Rosières und Einville-St. Laurent Steinsalz gewonnen. Im Dep. Jura liegen die Werke zu Salins und Montmorot (Lons-le-Saunier), im Dep. Haute-Saône zu Melecey und Gouhenans. Die Salzlagerstätten gehören ebenso wie die in Deutsch-Lothringen bei Dieuze, Vic, Pechelbronn aufgeschlossenen der Keuperformation an. Bei Salins ist das Steinsalzlager in 236 *m*, bei Montmorot in 129 *m* Teufe aufgeschlossen worden.

[1]) *H. Cramer*, Mitteilungen von einer Reise nach dem Waadtlande in der Schweiz und dem Salzwerke zu Bex daselbst. Leipzig 1895.

Digitized by Google

Im Dep. Basses-Pyrénées ist Steinsalz bei Salins in der Nähe von St. Montory aufgeschlossen, wo eine Saline betrieben wird.

Die Salinen liegen bei den genannten Steinsalzgewinnungsorten in den Departements Meurthe et Moselle, Haute-Saône, Jura, Basses-Pyrénées und in den Departements Ariège und Savoie. Verarbeitet werden Steinsalzsoolen, meist aus Bohrlöchern, die auf das Steinsalzlager niedergebracht sind.

Die wichtigeren Salinen und deren Produktion sind:

In der Umgebung von Nancy:

St. Nikolas	23000 *t*,	Einville-St. Laurent . .	8500 *t*,
Solvay et Co.	20000 „	Rosières	5000 „
Varangéville-Rosières .	15500 „	St. Valdrée	5500 „
Sommerviller	15500 „	Maine	6500 „
Dombasle	8000 „	Les Aulnois	7000 „
Lauenville	5500 „	Bosserville	5500 „
Einville-Maine	7000 „	Tomblaine	8000 „
Crévic	3500 „		

In der Franche-Comté:

Chatillon le Duc . . .	13500 *t*,	Poligny	5000 *t*,
Salines Domaniales de		Lons le Saunier . . .	5000 „
l'Est	20000 „	Montferrand	5500 „
Gouhenans	8000 „	Miserey	10000 „

In den Pyrenäen:

Salins du Salat . . . . 10000 *t* und zwei kleinere Salinen.

Sehr bedeutend ist die Salzgewinnung aus den Meersalinen, die in den Departements Bouches du Rhône, Gard, Hérault, Var am Mittelländischen Meere, Charente-Inférieure und Loire-Inférieure am Atlantischen Ozean liegen. Die Salzteiche umfassen eine Fläche von 18000 bis 19000 *ha*. Gegen 8000 Arbeiter sind während weniger Monate im Jahre dabei beschäftigt.

Am bedeutendsten sind die Meersalinen am Mittelländischen Meere bei Marseille von *Pechiney et Co.* und bei Aigues-Mortes der *Compagnie des Salins du Midi*, die etwa 200000 *t* liefern. Am Atlantischen Ozean sind eine grofse Zahl kleiner Salinen, die zusammen etwa 50000 *t* liefern.

Im Jahre 1891 waren 29 Konzessionen auf Stein- und Siedesalz vorhanden. Von diesen lieferten die östlichen Gruben 317000 *t* Steinsalz, die westlichen Gruben 34000 *t* Steinsalz.

Beim Steinsalzbergbau sind 317, bei den Siedereien 1200 Arbeiter beschäftigt.

Die Produktion betrug

	1893		1894	
	Menge *t*	Wert *Frcs.*	Menge *t*	Wert *Frcs.*
Stein- und Siedesalz . .	529798	8585926	589356	9499661
Seesalz	384529	8001429	301251	4438460
zusammen . .	914327	16587355	890607	13938121

Digitized by Google

1869 betrug die

Steinsalz- und Siedesalzproduktion erst . . . . . 218895 *t*,

dagegen die

Seesalzgewinnung auf 19184 *ha* mit 12834 Arbeitern . 658901 „

. zusammen . . 877796 *t*

im Werte von 14802321 *Frcs.* oder 1,69 *Frcs.* auf 100 *kg*.

Im Jahre 1896 wurden gewonnen:

Steinsalz und Salz aus Soolquellen	320000 *t*,
Aus Abwässern der Sodafabriken im Departement Meurthe et Moselle	237000 „
Aus dem Meerwasser	485000 „
zusammen . .	1042000 *t*
1895 dagegen . .	870000 *t*

Auf Corsica wird im Golf von Porto Vecchio Salz durch Verdunstung von Meerwasser gewonnen.

5. England[1]).

Die stärkste Salzgewinnung von allen Ländern hat England. Der gröfste Reichtum an Steinsalz findet sich bei Northwich, Grafschaft Chester, wo die Lager im New red sandstone auftreten. Die Einlagerungen sind mitunter 2600 *Yards* (1 *Yard* = 0,9144 *m*) lang und 1300 bis 1400 *Yards* breit. Die bei Northwich bekannten beiden Lager haben nur geringes Einfallen. Das obere Lager ist bei 30 bis 40 *Yards* angefahren, das untere, auf dem sich der Abbau bewegt, bei 112 *Yards*. Dieses führt das reinere Salz, das jedoch durch Thon mehr oder weniger rot gefärbt ist. Das Salz wird durch schachbrettförmigen Pfeilerbau in Strossen abgebaut. Die Strossen sind, der Pfeilerbreite entsprechend, etwa 25 *Yards* breit und 2 *Yards* hoch. In Abständen von je 25 *Yards* bleiben Pfeiler von etwa 8 *Yards* im Quadrat zur Unterstützung des Hangenden stehen. Vor jeder Strosse sind 15 bis 20 Arbeiter beschäftigt, die das Salz mit Spitzhaue unterschrämen und an den Seiten schlitzen. Die unterschrämte Wand wird dann durch Schiefsarbeit mittels 1 *Yard* tiefer Bohrlöcher weggesprengt. Zur Salzförderung in der Grube werden Pferde benutzt.

Man unterscheidet zwei Sorten Steinsalz: Best Picked rock oder Prussien rock und Inferior rock. Ein Teil des Salzes wird aufgelöst und versotten, ein anderer Teil gemahlen und gesiebt in den Handel gebracht.

Das Steinsalz in Cheshire ist zuerst im Jahre 1670 aufgeschlossen worden. Von den zahlreichen Schächten sind jetzt ein Teil ersoffen.

---

[1]) *Pr. Z.* 1859, **7**, 76 (*Lindig*); *O. Z.* 1863, Nr. 17 (v. *Hingenau*).

Digitized by Google

Bei Northwich dienen allein sieben solcher Schächte zur Soolgewinnung für die Siedereien. Später sind auch an der Ostküste Englands, an der Teesmündung[1]), Steinsalzlager aufgeschlossen worden. 1862 wurde auf dem rechten Teesufer bei 367 *m* ein Salzlager erbohrt, am linken Ufer im Jahre 1874 bei 344 *m* Teufe. Weitere Bohrungen ergaben zwei Steinsalzlager, das obere etwa 20 *m*, das untere 15 *m* mächtig, die durch 28 bis 29 *m* starke Gebirgsschichten von Mergel und Sandstein, vermischt mit unreinem Salz, von einander getrennt sind. Das Liegende der Salzlager ist durch Gyps verunreinigtes Steinsalz, überlagert wird das obere Lager von roten Mergeln und Gyps, darüber liegen der New red sandstone in 210 *m* Mächtigkeit und etwa 29 *m* Thonschichten. Eine Analyse des Steinsalzes ergab:

	Prt.
Chlornatrium	98,42
Schwefelsaures Calcium	0,21
Chlormagnesium	0,12
Wasser	0,10
Thonige Beimengungen	1,15

Weiter südöstlich auf dem rechten Teesufer ist das Steinsalz in gröfserer Mächtigkeit von 36 bis 37 *m* bei 472 *m* Teufe durchfahren worden. Die Lager scheinen also nach Südosten einzufallen. Benutzt werden die Aufschlüsse zur Soolgewinnung für die Siedereien. Die Salzlager dehnen sich über 20 englische Quadratmeilen aus. Auf jede Quadratmeile berechnet sich ein Salzreichtum von 100 Millionen Tonnen. Nur etwa 10 *Prt.* der ganzen Salzgewinnung von etwa 2 Millionen Tonnen in England ist Steinsalz.

Auch in Antrim (Irland) wird bei Carrickfergus Steinsalz gewonnen.

An einzelnen Orten wird die Soole in Röhrenleitungen unmittelbar den chemischen Fabriken zugeführt und auf Soda nach Solvays Verfahren verarbeitet.

An Salinen sind vorhanden in der Grafschaft

Cheshire	50,	bei Northwich, Winsford, Middlewich und Sandbach mit 1165 Siedepfannen,
Durham	1,	zu Port Clarence mit 13 Siedepfannen,
Staffordshire	2,	zu Stafford, Shirleywich mit 11 Siedepfannen,
Worcestershire	2,	zu Stoke Prior, Droitwich mit 127 Siedepfannen,
zusammen	55	Salinen mit 1316 Pfannen.

In Cheshire hat

Middlewich	13 Pfannen,
Northwich und Sandbach	519 „
Winsford	633 „

[1]) *B. u. H. Ztg.* 1894, S. 110.

Digitized by Google

Im Jahre 1885 dienten von 1078 Pfannen in Cheshire zur Erzeugung von

	Stoved-salz	Butter-salz	Common-salz	Coarse-salz	zu-sammen
zu Winsford	120	102	397	1	620
„ Northwich . . .	35	26	217	99	377
„ Sandbach . . .	18	—	27	23	68
„ Middlewich . .	8	—	3	2	13
zusammen . .	181	128	644	125	1078

Die Salzgewinnung war im Jahre 1891

	Menge *t*	Wert £
Steinsalz	221953	50790
Siedesalz	1821978	926034
zusammen . .	2043571	976824

Ausgeführt sind . . . . . 671285 *t*

davon nach

Britisch-Ostindien . . . . . 240923 *t*

den Ver. Staaten von Nord-Amerika 97348 „

Die Gewinnung war

1892 . . . . . 1921716 *t* im Werte von 840758 £.

1895 . . . . . 2173253 „ „ „ „ 709751 „

1896 . . . . . 2022357 „ „ „ „ 666613 „

1 *t* (*statute ton*) = 1016,06 *kg*; 1 £ = 20,43 *Mk.*

6. Russland[1]) (Europäisches Rufsland).

Der Salzreichtum Rufslands ist aufserordentlich grofs. Ganz Europa könnte damit auskömmlich versorgt werden. Es nimmt nach dem Umfange seiner Produktion jetzt die zweite Stelle ein, und doch wird noch Salz eingeführt. Gewonnen wird Steinsalz, Siedesalz, Salz aus Seen und aus dem Meerwasser.

Die ausgebeuteten Steinsalzlagerstätten liegen bei Orenburg im Gouvernement Astrachan, bei Bachmut und in Transkaukasien.

Zu den gröfsten Salzlagern der Welt gehört das von Ileck (Iletzkaia-Zachtita), 70 *km* südlich von Orenburg, das etwa 3 *qkm* umfafst, 130 *m* mächtig ist und gegen 150000000 *t* Salz enthalten soll. Das Salz ist sehr rein, 99 *Pzt.* Chlornatrium, nur drei dünne Schichten von rotem Thon und Gyps kommen darin vor. Die Gruben sind Staatseigentum und an Private verpachtet, 1890 lieferten die Ilecker Gruben $1^1/_4$ Millionen *Pud* Salz.

Am Berge Čapčači (Tschaptschatschi), im Gouvernement Astrachan

[1]) *P. Krusch*, Übersicht über die nutzbaren Lagerstätten Rufslands. *Z. f. pr. Geol.* 1897, 5, 272. Ferner: *B. u. H. Z.* 1895, Nr. 4.

A. Monseu, La formation permienne dans le Bassin du Donetz. *Ann. univers. des Mines*, 3. S., 41, 155—195. *Z. f. pr. Geol.* 1898, S. 434.

Digitized by Google

90 *km* von der Wolga, ist das Salzlager 3 *km* lang, 1 *km* breit und bis zu 85 *m* mächtig.

Bei Bachmut, und zwar in 10 *km* Entfernung davon, beim Dorfe Brjansk (Brianzewka), ist die Salzlagerstätte erst 1876 erschlossen worden. Soolquellen, die bei Bachmut und Slavjansk bekannt waren, gaben zu den Untersuchungen Anlafs.

Die Salzgewinnung begann bei Bachmut schon in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, wo man salzige Quellen entdeckt hatte. Bis 1772 wurden dort jährlich etwa 9000 *t* Salz gewonnen. Wegen Holzmangels mufste der Betrieb eingestellt werden. 1873 wurde eine Bohrung ausgeführt, bei der man gesättigte Soole erhielt. Eine tiefere Bohrung erreichte dann das Salzlager. Durchbohrt sind in 85 *m* Teufe ein 1,33 *m* mächtiges und dann bei 98 *m* ein 36 *m* mächtiges Steinsalzlager. Bis zu 232 *m* sind noch sieben Lager durchbohrt worden, im ganzen 104 *m* Lagermächtigkeit, ohne dafs das Salzgebirge bereits durchteuft wäre.

Bei Stupki, 4 *Werst* nördlich von der Skaramanga-Saline (siehe unten), traf man bei 165 *m* Teufe zunächst ein 5,7 *m* starkes Salzlager, dann 5,3 *m* Dolomit und 35 *m* Steinsalz, wovon die oberen 27 *m* unrein waren. Bei 213 *m* Teufe traf man unter einer 1,4 *m* starken Anhydritbank bläuliche Schieferthone. Das Lager fällt mit 3 bis 4 Grad gegen Westen und verliert 2 *m* an Mächtigkeit. Abgebaut wird in 8, 10 und 15 *m* breiten, 8 *m* hohen Örtern mit 5 *m* starken Zwischenpfeilern. Die Lager gehören der Permschen Gebirgsformation an. Schon 1893 machte die Bachmuter Gewinnung 81 *Pzt.* der ganzen Steinsalzproduktion Rufslands aus, nämlich 237 914 *t*.

Die Hauptwerke bei Bachmut sind:

Brjanzewka,
Charlamowka,
} einer französischen Gesellschaft[1]) gehörig,

Petrweliky bei Stupki, einer holländischen Gesellschaft gehörig, seit 1885 mit Konzession auf 30 Jahre, und

Nowaja Wieliczka, anstofsend an Brjanzewka.

Aufserdem besitzt die französische Gesellschaft noch Schächte bei Sidenko und Dekonskaja von geringer Bedeutung.

Während sonst Odessa der Hauptstapelplatz für südrussisches Salz ist, wird das Bachmuter Salz unmittelbar in die Abnahmegebiete versandt.

Auf den Gruben der französischen Gesellschaft wurden 1895

12307500 *Pud* = 201762 *t*

auf der der holländischen Gesellschaft

3741600 „ = 61338 „

zusammen 16049100 *Pud* = 263100 *t*

Steinsalz gewonnen.

[1]) Société des mines de sel gemme et soudes naturelles du Sud de la Russie.

Digitized by Google

Die vier Steinsalzgruben förderten 1890 180000 *t*, 1891 321000 *t*[1]).

Das Vorkommen ist für Südrufsland von grofser Wichtigkeit. Das Steinsalz verdrängt mehr und mehr das Salz der Krim und wird besonders in Polen als Speisesalz abgesetzt.

In Transkaukasien wird Salz aus den zu Tage ausgehenden Lagern und Stöcken gewonnen, so im Gouvernement Erivan bei Kulpa (Kulpinsk), Nachičevan (Nachitschewan), Susta (Sustinsk) und in der Provinz Kars bei Kagysman und Olta (Oltinsk).

Die drei Gruben im Erivaner Gouvernement lieferten im Jahre 1890 $^3/_4$ Millionen *Pud*, die beiden Gruben im Gebiete von Kars $^4/_5$ Millionen *Pud* Salz.

Die Salinen, in denen Siedesalz erzeugt wird, liegen an folgenden Orten.

Im Gouvernement Perm, wo billiges Heizmaterial in Fülle verfügbar ist, und schon zur Zeit Ivans des Grausamen Salinenbetrieb stattfand, liegen 400 *Werst* oberhalb Perm an der Kama die Sudhütten von Usolje, Leevensk, Déduchinsk, Berezinsk und Solikamsk. Im Gouvernement Archangelsk wird Salz aus Soolen und aus dem Meerwasser an den Küsten des Weifsen Meeres gewonnen. Im Gouvernement Wologda liegen drei Salinen bei Ledengsk, Totemsk und Sergowsk. Im Gouvernement Nischnei-Nowgorod liegen acht Sudwerke bei Balachna, wo Salz aus Soolquellen gewonnen wird. Gegen 20 Salinen liegen im Gouvernement Charkow bei der Stadt Slaviansk. Bei Bachmut im Gouvernement Jekaterinoslaw wird eine Saline, die Skaramanga-Saline, betrieben.

Die grofse Saline Skaramanga, die im Jahre 1872 als Musterwerk mit Konzession auf 80 Jahre gegründet wurde und 19 Pfannen besitzt, produzirte

1890 1755000 *Pud* = 28770 *t* Siedesalz,
1895 2000000 „ = 32787 „ „

Die nächst gelegenen Salinen bei Slawjansk, 40 *km* nordwestlich von Bachmut, produzirten 1890 53500 *t*.

Im Gouvernement Warschau, hart an der preufsischen Grenze, bei Čechocin (Tszechozinek) steht eine Saline in Betrieb.

Die Soolen haben 12 bis 26° *B.* und werden meist aus Bohrlöchern gewonnen. In Perm sind die Bohrlöcher 60 bis 120 *m* tief, in einem bei den Siedewerken des Grafen *Stroganow* benutzten Bohrloche sind 11 Steinsalzlager durchteuft, die zusammen 42 *m* Salzmächtigkeit haben. 66 Bohrlöcher und Schächte liefern in Perm die Rohsoole. Das Salz wird auf der Kama und Wolga verschifft.

Die Salinen zu Bachmut und Slaviansk benutzen die Kohlen des Donetzbeckens als Brennstoff. Die aus Bohrlöchern gewonnene Soole hat 22 bis 23° *B.* Das Salz wird weit im Lande vertrieben. Die übrigen Salinen decken nur den näheren Bedarf.

[1]) *Ö. Z.* 1894, 52, 582.

Digitized by Google

Sehr bedeutend ist die Gewinnung von Salz aus salzigen Seen, man gewinnt daraus das Schlepp- oder Seesalz.

Im Gouvernement Astrachan sind gegen 700 Salzseen und 1200 Salzsümpfe bekannt. Der bedeutendste ist der Eltonsee, 150 *km* vom linken Wolgaufer entfernt, 300 *Werst* von der Stadt Saratow. Er umfafst etwa 200 *qkm*. Seit 150 Jahren sind gegen $8^1/_3$ Millionen Tonnen Salz dem See entnommen worden. 1866 lieferte der Eltonsee 5842000 *Pud*, die Gesammtproduktion Astrachans betrug damals 9146000 *Pud*. Seit der Zeit hat sich die Gewinnung mehr dem Baskunčak (Baskuntschak)-See zugewandt, der gegen 111 *qkm* Seefläche hat und 50 *km* westlich von der Wolga, am Fufse des Bolčoj- oder Bogdoberges, liegt. Auf dem Seegrunde sind bis zu 54 *m* Teufe drei Salzlager aufgeschlossen, davon ist das oberste 6 bis 8, das zweite 2 *m* und das unterste 10 *m* mächtig, jedoch noch nicht durchteuft. Der Seeboden liegt trocken, nur im Frühjahr bildet sich ein See. Seit 1882 ist der See durch eine Eisenbahn mit der Wolga verbunden. Auf ihm findet jetzt der Hauptbetrieb statt. Er liefert 15 bis 16 *Pzt.* der ganzen russischen Seesalzausbeute, etwa 45920 *t*. Das Salz mufs durch Sprengarbeit gewonnen werden.

Noch aus 23 anderen Seen wird Salz in diesem Gebiete gewonnen, jedoch liefern diese nicht halb so viel, als der Baskuntschaksee.

1870	lieferte der Eltonsee noch . . .	1015000	*Pud*,
1870	der Baskunčaksee	1279000	„
1880	„ Eltonsee	595600	„
1880	„ Baskunčaksee	10093000	„
1882	„ Eltonsee	—	„
1889	„ Baskunčaksee	13756700	„
1890	„ „	12800000	„

Die Produktion ist in Astrachan zurückgegangen, sie betrug

1882 fast 26000000 *Pud*
1890 nur 16866500 „

Das sehr reine Salz des Baskunčaksees dient zum Einsalzen der wertvolleren Fische der Wolga und des Kaspischen Meeres, minderwertige Fische werden mit dem Salz der anderen Seen eingesalzen.

Die Krimsalzseen im Gouvernement Taurien liegen dicht an der Küste, zum Teil auf der Halbinsel selbst, zum Teil im nördlichen Teile, in den Bezirken Dnjepr und Melitopol. Sie sind vom Meere durch Barren getrennt. Im Sommer sind sie mit Salz gesättigt. Das salzige Seewasser wird dann in Salzgärten geleitet, wo es in mehreren Centimeter starken Lagern auskrystallisirt. Die Gewinnung ist deshalb teurer als in Astrachan. Die dem Staate gehörigen Seen: Saks und Sasyk-Sivas bei Eupatoria sind die bedeutendsten und lieferten 1893 46838 und 27060 *t* Salz. Von Privatseen lieferte der Krim-Elie und der Čongar (Tschongar) 3600000 *Pud*, 1893 letzterer allein 33554 *t*.

Digitized by Google

Die Seen der Krim sind meist vom Staate gegen 1 bis 4 *Kopcken* für das Pud Salz verpachtet.

Das Krimsche Salz wird infolge der billigen Seefracht bis in die Häfen des Bottnischen Meerbusens verschifft.

Im Gouvernement Cherson wird bei Odessa im Kujalniker Liman (Haff) Salz gewonnen (Kujalniker Chadzibejsker Salzstätte).

Die gesammte Produktion Südrufslands war 1895 in den Salzgärten bei Odessa:

Kujalniker Salzrevier	1500000 *Pud*,
in den Tuslower Salzteichen gegen . .	1000000 „
im Salzrevier der Krim über	15000000 „
zusammen gegen . .	18000000 *Pud*.

Salzseen werden ferner ausgebeutet im Gebiete der Donschen Kosaken, wo die Mančinskyschen (Manitscher) Salzseen liegen, im Gouvernement Stawropol, die Seen von Čaglinsk (Tschalgin), ein Schleppsalzsee, und an das Astrachaner Gebiet anstofsend die Salzseen bei Mozarsk (Mogarsk) und Haiduksk (Haiduk). Im Kaukasus und in Transkaukasien wird Seensalz, im Gouvernement Baku, Daghestan und Kuban (der Oblast am Kuban) gewonnen.

Der Verkaufspreis für das Pud beträgt im Durchschnitt für

Astrachaner Salz aus dem Baskuntschaksee . . .	$2^1/_2$ bis $3^1/_2$ *Kop.*
sonstiges Astrachaner Seesalz	5 „ 6 „
Taurisches Seesalz	4 „ 10 „
Permsches Siedesalz	10 „ 12 „
Bachmuter Steinsalz	$3^1/_2$ „ 7 „

Beschäftigt sind nach der Statistik von 1890

beim Steinsalzbergbau	1170 Arbeiter,
bei den Sudwerken	3870 „
bei der Seesalzgewinnung	13970 „
zusammen . .	19000 Arbeiter.

Von der gesammten Produktion (1890 = 1389950 *t*) entfallen

16 *Pzt.* auf Steinsalz,
28 „ „ Siedesalz,
56 „ „ Seensalz.

Auf den Kopf der Bevölkerung (117000000 Einwohner) entfallen etwa 12 *kg*. 1894 entfielen von dem gesammten Salzverbrauch in Rufsland 11,2 *kg* auf den Kopf der Bevölkerung. Im Westen und Nordwesten Rufslands wird noch Salz eingeführt. Seit der Erschliefsung der Bachmuter Lager und seitdem das krimsche Salz von Odessa Eingang im Westen fand, hat die Einfuhr um 90 *Pzt.* und mehr abgenommen.

In den Jahren 1880 bis 1890 betrug die Einfuhr $11^1/_3$, $10^1/_4$, $9^1/_2$, $4^1/_2$, $2^1/_8$, $1^1/_4$, $^1/_2$, $^2/_3$, $1^2/_5$, $1^1/_{20}$ Mill. *Pud*, durch die Häfen der

Digitized by Google

Ostseeprovinzen sind in den Jahren 1884 bis 1890 1,4, 0,2, 0,16, 0,09, 0,1, 0,1, 0,15 Mill. *Pud* Salz eingeführt worden, und zwar führten ein in 1000 *Pud*:

	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
Grofsbritannien	1192	462	236	117	164	147	182
Deutschland	1891	905	517	130	292	990	619
Österreich-Ungarn	780	553	314	98	89	129	113
Rumänien	—	149	125	119	131	123	119
Frankreich	—	8	—	—	6	4	—

1893 betrug die

Einfuhr . . . . . 6920 *t*
Ausfuhr . . . . . 6461 „

die Produktion an

Steinsalz . . . . . 293732 *t*
Siedesalz . . . . . 363840 „
Seensalz . . . . . 695142 „
zusammen . . 1352704 *t*

Die Verstärkung der Steinsalzproduktion ist seit 1887 besonders merklich. Der Anteil an der Gesammtproduktion war

1883	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
11	15	16	19	23	21	17	16	17	20	22	23 *Pzt.*

Bis 1862 war der Salzvertrieb Staatsmonopol. Der Staat besafs die gröfste Zahl der Salzwerke, die Privatsalzwerke führten das Salz in die Staatsmagazine ab und zahlten eine Abgabe. Danach wurde der Salzhandel freigegeben, jedoch eine Steuer für das Salz, mit Ausnahme des Vieh- und des Fabriksalzes, eingeführt, die jährlich etwa 10 Millionen Rubel einbrachte. Viele neue Privatwerke entstanden seitdem.

Im Jahre 1881 wurde die binnenländische Salzsteuer bis auf einen geringen Betrag ($^1/_2$ Mill. Rubel jährlich) im Interesse der armen Bevölkerung aufgehoben, auf fremdes Salz wurde ein Einfuhrzoll gelegt, der für Rohsalz beim Eingang in

das Gouvernement Archangel . . . . . 10 *Kop.*,
die übrigen Gouvernements . . . . . 20 „
und für feines Tafelsalz . . . . . 30 „

Gold für 1 *Pud* beträgt, das sind für 1 *t* 20, 40 und 60 *Mk.* Dadurch wurde die Einfuhr sehr eingeschränkt.

Auf Kalirohsalzen, die von Deutschland eingeführt werden, ruht kein Zoll, neuerdings ist auch für gemahlene Salze der Einfuhrzoll ermäfsigt worden.

Digitized by Google

Es wurden produzirt von 1880 bis 1894 in *Pud* (61 *Pud* = 1 *t*):

	Steinsalz	Siedesalz	Seensalz	Zusammen
1880	2 875 356	15 232 580	29 463 680	47 571 916
1881	4 200 000	16 820 300	29 713 296	50 734 346
1882	5 538 911	17 171 424	79 059 270	101 769 605
1883	7 301 846	17 997 356	44 173 046	69 472 248
1884	9 613 514	20 163 047	32 724 730	62 501 311
1885	11 154 950	21 947 132	36 078 343	69 180 425
1886	14 045 856	20 730 739	38 289 486	73 066 081
1887	15 950 794	17 517 047	37 148 322	70 616 163
1888	13 978 607	20 326 317	33 646 162	67 951 086
1889	14 704 934	22 738 660	47 678 606	85 122 200
1890	13 213 017	24 103 422	47 540 775	84 857 214
1891	13 686 972	24 886 482	43 916 569	82 490 023
1892	17 622 477	24 886 004	46 553 552	89 042 033
1893	17 910 507	22 184 800	42 386 730	82 482 037
1894	18 707 309	23 643 723	39 182 982	81 534 014

Davon entfallen auf die Gouvernements:

	Taurien	Jekaterinoslaw	Astrachan	Perm
	1000 *Pud*			
1880	9 345	1 086	16 249	12 613
1881	4 138	1 495	22 590	13 744
1882	44 279	3 330	26 897	13 695
1883	25 032	5 038	15 019	14 318
1884	16 055	6 870	9 362	15 392
1885	16 169	8 493	14 534	16 066
1886	18 870	11 873	14 813	13 266
1887	17 495	12 943	13 727	12 176
1888	9 255	12 579	18 908	15 522
1889	22 471	14 251	19 462	16 511
1890	23 520	12 547	16 866	17 981
1891	20 090	13 384	16 976	16 313
1892	21 725	16 392	16 086	18 300
1893	18 386	16 406	16 242	17 114

Der deutsche Export nach Rufsland an Stein- und Siedesalz war

1896 . . . . . 10853800 *kg*
1897 . . . . . 7222200 „

nach Finnland gingen 1896 25258 *hl* Kochsalz im Werte von 56831 finn. Mark und 32760 *kg* raffinirtes Salz in Paketen [1]).

(1 *Pud* = 16,381 *kg*; 1 *Werst* = 1066,781 *m*; 1 *Kop.* = 3,239 *Pf.*)

[1]) *Industrie* 1898, S. 739 (Einfuhr von Kaliumsalzen, s. S. 245).

Digitized by Google

7. Spanien.

Das berühmteste Steinsalzvorkommen Spaniens, wo schon vor Alters Bergbau betrieben worden ist, ist das von Cardona in Catalonien. Das Steinsalz kommt in einem längs gestreckten, mächtigen Stock in den Schichten eines Sandsteines vor, der auf Nummulitenkalk ruht. Es tritt in zwei mit einander zusammenhängenden Massen auf, von denen die obere auf 130 *m* Länge und 260 *m* Breite entblößt ist und acht regelmäßige, durch rötliche Mergel getrennte Lagen von großer Reinheit und undeutlich blätterigem Gefüge, und von etwa 15 *m* Mächtigkeit erkennen läßt. Zu beiden Seiten der Salzmasse fallen die bedeckenden Sandsteinschichten mit 18 bis 20° Neigung nach Osten und Westen ab. Die zweite mit der oberen zusammenhängende Salzmasse ist ungeschichtet, meist rötlich gefärbt, 80 bis 100 *m* stark. Sie bildet den Thalgrund. Wo sie von den Sandsteinschichten entblößt ist, hat sie das Aussehen eines Gletschers.

Man gewinnt das Salz, das sich durch größere Reinheit als dasjenige von Wieliczka in Galizien und Northwich in England auszeichnet, durch Aufdeckarbeit und strossenartigen Abbau unter Anwendung von Bohr- und Schießarbeit und mittels Fimmel.

Minglanilla in der Provinz Cuenca[1]) bei Villagorda, wo Salz aus Soole durch Sonnengradirung in Salzgärten, wie am Meere, gewonnen wird, weist nächst Cardona das bedeutendste Steinsalzvorkommen Spaniens auf. Es ist in der Trias abgelagert und tritt an einigen Stellen aus dem Gyps zu Tage. Schon in alter Zeit scheint es den Bewohnern zur Salzgewinnung gedient zu haben. Das Bergwerk, früher Staatseigentum, wird jetzt von einer Privatgesellschaft ausgebeutet.

Eine im Jahre 1848 angelegte Wendeltreppe aus Tannenholz mit 203 Stufen führt in die Grubenbaue. Dort wird das Salz in 10 *m* hohen und breiten Galerien ausgehauen, deren Decke durch 1 *qm* dicke Salzsäulen gestützt wird. Zur Ansammlung der salzhaltigen Grubenwasser dient ein 10 *m* tiefer Brunnen, aus dem die Soole zu Tage geschafft wird. Das Lager ist 40 *m* mächtig und liefert in allen Teilen der Grubenbaue gutes, reines Steinsalz. 800000 *kg* werden jährlich bergmännisch gewonnen, 800000 *kg* gewinnt man außerdem aus der Soole der Grube durch freiwillige Abdunstung des Wassers.

Das Steinsalz wird entweder gemahlen und in Säcken von 30 und 40 *kg* Inhalt auf Eseln in die $^1/_2$ Stunde entfernten Lagerräume im Dorfe Minglanilla, und von da in Karren nach der acht Stunden entfernten nächsten Eisenbahnstation geschafft, oder es werden große Kugeln ausgehauen, die als Lecksteine für das Vieh dienen und zum Futter neben die Krippen gelegt werden.

---

[1]) *D. Kohlenztg.* 1894, 12, 804.

Digitized by Google

Die Arbeiter erhalten im Accordlohn, wobei sie Licht und Arbeitsgezähe mitbringen müssen, als Häuer für 100 *kg* Salz 20, für das Anschleppen zum Schachte bis zu 5, für das Ausfördern 1 und für den Transport mit Esel bis zu den Lagerräumen 28 *Centesimos*.

Sonstige Arbeiten im Tagelohn werden mit 1,50 *Pesetas* für den Mann gelohnt. Für die Kugeln erhält der Arbeiter 2,50 *Pesetas* auf je 100 *kg* (1 *Peseta* = 100 *Centesimos*, im Werte von 1 *Franc*).

Auch bei Villarrubia, nahe bei Ocaña, südwestlich von Aranjuez (Provinz Toledo), sind Steinsalzgruben, wo man neben Steinsalz auch Glauberit gefunden hat.

Bedeutend ist die Seesalzgewinnung aus dem Meere, sowohl an den Küsten des Mittelländischen Meeres, Catalonien, Valencia, Murcia, Granada (z. B. Salinen von Torrevieja und la Mata), als auch am Atlantischen Ozean (bei Cadix).

Auf den Balearischen Inseln wird Salz auf Iviza und Formentera gewonnen.

Soolquellen kommen hauptsächlich am südlichen Fuſse der Pyrenäen in der ganzen Erstreckung vom Busen von Biscaya bis zum Mittelländischen Meere vor. Eine der reichsten ist die bei Añana, Provinz Alava, wo Salinen betrieben werden.

Im Jahre 1890 sind bei 83 Konzessionen 320 896 *t* Salz im Werte von 4343169 *Frcs.* mit 459 Arbeitern gewonnen worden.

Im Jahre 1896 waren 78 Konzessionen mit 1879 Arbeitern in Betrieb. Die Produktion war 521751 *t* im Werte von 5769399 *Pesetas*. Ausgeführt werden jährlich 240000 bis 250000 *t*, hauptsächlich nach Afrika, Süd- und Mittelamerika und den Philippinen. Der englische Handel hat diese Ausfuhr sehr zurückgedrängt.

8. Portugal.

Der Schwerpunkt der Salzgewinnung, die nicht nur den Bedarf des eigenen Landes deckt, sondern bedeutende Mengen eines vorzüglichen, beliebten Salzes für die Ausfuhr schafft, liegt an der Meeresküste in den Seesalinen (Marinhas). Soolquellen sind am rechten Ufer des Tejo, südlich von Torres Vedras, bei Rio Major, bekannt. Die Zahl der Seesalinen ist sehr bedeutend. Die Produktion hat sich um bestimmte Orte gesammelt, von denen einige ein Salz liefern, das einen besonders guten Ruf hat. In älterer Zeit war die Zahl der portugiesischen Seesalinen weit gröſser (1790 waren 2863 vorhanden), minder nutzbringende sind zu Gunsten besser eingerichteter auſser Betrieb gekommen. Als bestes Salz gilt das von St. Ubes bei Palmella, Setubal und Alcacer do Sal, das sich besonders gut zum Einsalzen von Fleisch und Fischen eignet. Zahlreiche Salinen liegen ferner am Tejo bei Lissabon, die das zweit beste Salz liefern, andere werden bei Figueira, bei Aveiro, wo bedeutende Salzlagunen

Digitized by Google

an der Mündung des Vouga liegen, bei Porto und Vianna betrieben. Im Süden von Portugal liegen Salinen bei Castromarim, Tavira, Faro und Villanova de Portimão, deren Salz besonders zum Einsalzen des Thunfisches verwendet wird. Überhaupt wird der gröfste Teil des Salzes, von dem etwa $^2/_3$ aufser Landes geht, zum Einpökeln von Fischen verwendet.

9. Italien.

Die Steinsalzvorkommen liegen in Toscana, bei Neapel und in Sicilien und werden in 26 Gruben ausgebeutet. In Toscana, wo es bei Volterra aufgeschlossen ist, lagert das Salz mit Gyps und Thon im Tertiärgebirge. Auf Sicilien tritt es zu Tage und wird an zahlreichen Orten (Racalmuto, Caltanisetta, Alimena, Castrogiovanni, Calascibetta, Cattolica, Sperlinga u. a.) durch Tagebaue gewonnen. Meist liegt es unter schwachen Diluvialschichten, zu Castrogiovanni erhebt sich jedoch der Salzfelsen 16 *m* hoch. Das Vorkommen gehört ebenfalls dem Tertiär an.

In Calabrien sind die Orte Altomonte und Lungro zu nennen, wo Steinsalz gewonnen wird.

Die in Abbau stehenden Steinsalzlager Siciliens sind in den Thonen des oberen Miocäns eingelagert, die die Decke der Schwefelformation bilden. Diese Thone bilden eine starke Schichtengruppe, in der sich Linsen von Sand, Steinsalz und Konglomeraten von Gesteinen älterer Formationen eingestreut finden. Die Steinsalzlinsen kommen besonders in den oberen Schichtenzonen vor. Sie sind oft sehr weit ausgedehnt und von grofser Mächtigkeit und führen so reines Salz, dafs es ohne weiteres als Speisesalz verwendet werden kann. Die Gruben, die jetzt nur 12000 bis 15000 *t* Steinsalz jährlich liefern, sind noch einer grofsen Entwickelung fähig.

Bei Alimena, in der Grube Consiglio, tritt das Steinsalz auf 500 *m* Länge zu Tage. Es streicht mit 40 Grad nach Nordost und fällt gegen Norden ein; die Mächtigkeit des Lagers ist nicht bekannt. Zwei über einander liegende Linsen werden abgebaut. Diese sind durch ein Zwischenmittel von Salzthon getrennt.

In dem sehr reinen, weifsen, krystallinischen Steinsalz findet man rotgefärbte Einsprengungen von Kaliumsalzen (*sali potassici*).

Die Steinsalzgrube von Lungro (Provinz Cosenza), früher Grube von Altomonte, 3 *km* südlich von der Stadt Lungro, wird seit uralten Zeiten betrieben. Sie ist fiskalisch, erhielt 1811 unter *Murat* eine geordnete Verwaltung, jedoch war der Abbau und die Förderung bis vor 30 Jahren sehr unentwickelt.

Die Salzlinse, auf der gebaut wird, ist in miocänen Thonen eingeschlossen und lagert auf eocänen Schiefern, die auf sekundären Kalken ruhen. Sie streicht, wie die ganze Schichtengruppe, von Südwest nach Nordost. Am Ausgehenden ist sie sehr steil aufgerichtet,

Digitized by Google

bei 220 *m* Teufe ist das Einfallen nur noch 45°. Die Mächtigkeit ist in dieser Teufe 150 *m*. Das Salz tritt in unregelmäfsigen Bänken auf und wechsellagert mit Salzthon (*barde*). Dieser wird zum Versatz benutzt.

Man unterscheidet zwei Arten von Salz:

Ceroino, dichtes Salz, von fettigem Ansehen, etwas blau oder rauchgrau gefärbt, eine Färbung, die bei dem vermahlenen Salz nicht mehr zu bemerken ist, und

Formico, weifses, klein krystallinisches Salz und leicht zerbröckelnd.

Mitunter tritt es auch in grofsen Würfelkrystallen auf, die vollständig durchsichtig sind und oft so grofs und schön sind, dafs man es zu Bildwerken verarbeitet.

Nach einer Analyse enthält es:

Chlornatrium	97,69 *Pzt.*,
Chlormagnesium	0,05 „
Chlorcalcium	0,15 „
Schwefelsaures Calcium	0,06 „
Schwefelsaures Natrium	1,40 „
Wasser	0,21 „
Unlösliche Bestandteile	0,44 „

Die alten Baue bilden einen Wirrwarr von Strecken und Abbauen. Ein regelrechter Abbau ist erst in den letzten Jahren eingeführt worden. Die alten Räume versetzt man mit *Barde*. Früher beförderte man das Salz in Kiepen, jetzt mittels Förderwagen durch den Schacht zu Tage. Man baut in schachbrettartigem Strecken- und Pfeilerbau durch Firstenabbau. In der Grube scheidet man das reine Steinsalz, das ohne weitere Verarbeitung verbraucht werden kann, unreines Salz (*Salose*), an dem Nebengestein anhaftend, und Salzthon (*Barde*). Die Salose wird ausgeklaubt und gereinigt, wozu Invaliden verwendet werden. Zur Zeit werden nur die reichsten und leichtest zugänglichen Mittel abgebaut. Mit derselben Arbeiterzahl könnte weit mehr geleistet werden, jedoch sollen nach Anordnung der Regierung nicht mehr als 6000 *t* jährlich gefördert werden. Der Preis ist 27 bis 30 *Lire* für die Tonne (1000 *kg*). Die Arbeiterzahl ist 245 [1]).

Auf 18 Steinsalzgruben wurden im Jahre 1890 17099 *t* im Werte von 258301 *Lire* mit 407 Arbeitern gewonnen.

Gering ist die Erzeugung von Siedesalz, im Jahre 1880 auf zwei Werken 9879 *t* im Werte von 238997 *Lire* mit 198 Arbeitern. In Volterra wird Steinsalzsoole versotten. Ferner findet Siedesalzgewinnung auf der Saline zu Salso-Maggiore am Aveto, südlich von Piacenza, statt.

---

[1]) Nach dem Berichte des *Corpo Reale delle Miniere* für die Ausstellung in Turin 1898.

Digitized by Google

Im Jahre 1896 war die Produktion folgende:

	Werke Zahl	Menge t	Wert Lire	Arbeiter Zahl	Betriebs-maschinen
Revier Caltanisetta:					
Bezirk Caltanisetta . . .	6	3 000	21 000	19	—
„ Catania	3	700	7 000	6	—
„ Girgenti	15	7 000	49 000	56	—
„ Palermo	1	600	6 000	4	—
Revier Napoli:					
Grube von Lungro	1	6 000	177 120	247	1 zu 14 HP.
zusammen . .	26	17 300	260 120	332	1

Auf den beiden Salinen wurden 1896 gewonnen:

	Menge t	Wert Lire	Arbeiter	Maschinen
Bezirk Firenze	11 374	291 491	143	4 zu 24 HP.
„ Milano	600	15 000		

Gegenüber der billigen Seesalzgewinnung kann die kostspielige Siedesalzerzeugung nicht aufkommen.

An Seesalz aus dem Meerwasser an den Küsten des Adriatischen und Tyrrhenischen Meeres, Sicilien, Sardinien und Insel Elba sind 1890 aus 73 Salzgärten 442000 *t* im Werte von 4489256 *Lire* mit 2061 Arbeitern gewonnen worden. Die Seesalzgewinnung ist also bedeutend wichtiger, als die Steinsalz- und Siedesalzgewinnung.

Von den 73 Salzgärten gehören 18 dem Staate und 55 Privaten. Sechs von den Staatssalinen sind verpachtet.

Die 12 vom Staate betriebenen Salinen liegen

1 bei Comacchio, Prov. Ferrara,
5 „ Margherita di Savoja, Prov. Foggia,
4 „ Portoferraio, Insel Elba,
1 „ Cervia, Prov. Ravenna,
1 „ Corento Tarquinia, Prov. Rom.

Von den sechs verpachteten Staatssalinen liegen

4 bei Cagliari, Insel Sardinien,
1 „ Carloforte, Insel San Pietro bei Sardinien,
1 „ Burano, in der Nähe von Venedig.

Die Privatsalinen liegen bei Agosta, Militello di Patti, Siracus, Pachino, Pozzallo, Marsala, Paceco und Trapani auf der Insel Sicilien.

1896 waren 72 Seesalinen in Betrieb. Deren Produktion war folgende:

Digitized by Google

	Werke Zahl	Menge t	Wert Lire	Arbeiter Zahl	Betriebsmaschinen
Bezirk Ravenna . . .	2	17 115[1])	251 322	632	1 zu 8 HP.
„ Siracusa . . .	18	19 700	103 425	160	4 „ 2 „
„ Trapani	39	140 000	1 050 000	1120	25 „ 80 „
„ Cagliari	8	174 711[2])	2 292 907	844	5 „ 66 „
„ Roma	1	5 979[3])	70 742	57	3 „ 36 „
„ Vicenza	2	25 616[4])	348 503	170	5 „ 68 „
„ Napoli	1	38 048	152 446	225	4 „ 60 „
„ Firenze	1	1 386	11 018	73	—
zusammen . .	72	422 555	4 280 363	3281	47 zu 320 HP.

1892 lieferten die 73 Seesalinen

	Menge t	Preis für 1 t durchschnittlich Lire	Gesammtwert Lire
Gemeines Salz	383 586	9,81	3 765 385
Gemahlenes Salz	5 193	22,68	117 757
Viehsalz	2 569	21,38	54 494
Gefriersalz	1 397	13,93	19 476
Industriesalz	2 424	19,22	46 593
zusammen . .	395 269	10,13	4 004 155

1894 war die Produktion Italiens[5])

an Steinsalz . . . . 19497 *t*, im Werte von 284868 *Lire*,
„ Siedesalz . . . . 11326 „ „ „ „ 289304 „
„ Seesalz . . . . 402515 „ „ „ „ 4151911 „

1897 war die Produktion:

	Werke	Menge t	Wert Lire	Wert für 1 t Lire	Arbeiterzahl
Steinsalz	26	19 801	272 018	13,73	337
Siedesalz	2	11 725	315 500	26,81	168
Seesalz	72	429 253	4 418 187	10,29	3148

Ausgeführt sind

1896 . . . . . 171741 *t*,
1897 . . . . . 176522 „

[1]) Davon 15544 *t* gemeines Salz, 300 *t* Viehsalz, 337 *t* Gefriersalz, 1934 *t* Industriesalz.

[2]) Davon 171671 *t* gemeines Salz, 3040 *t* gemahlenes Salz.

[3]) „ 4949 *t* „ „ 152 *t* „ „ 163 *t* Gefriersalz, 715 *t* Industriesalz.

[4]) Ein Werk bei Ferrara lieferte 11920 *t* gemeines Salz, 434 *t* gemahlenes Salz, 3063 *t* Viehsalz, 199 *t* Gefriersalz.

[5]) *Revista del Servizio minerario.*

Digitized by Google

und zwar nach Schweden und Norwegen, Rufsland und Brasilien. Eingeführt wird kein Salz.

10. Rumänien [1]).

Rumänien besitzt bedeutende Steinsalzlager im Tertiärgebirge, und zwar im Miocän bei Ocnele-Mare im Distrikt Valcea, bei Doftana-Telega und Slanic im Distrikt Prahova in weiter Erstreckung, die sich durch Soolquellen kundgeben oder auch zu Tage treten. Liegendes und Hangendes wird von Salzthon mit Gyps und Anhydrit gebildet. In der Salzmasse kommen aufser Thon, Gyps und Anhydrit auch Reste von Baumstämmen, Holzsplitter und Tannenzapfen vor, die in Braunkohle umgewandelt sind. Die Lager dehnen sich über Koczika in der Bukowina nach Galizien hin aus. Die salzführenden Thone bilden eine 140 *km* lange, 10 bis 14 *km* breite Zone, die sich um Siebenbürgen herumzieht. Auf der Westseite der Karpathen liegen die bedeutenden Salzlager der Marmaros. Die Gewinnung des Steinsalzes ist Staatsmonopol und wird seit 1862 vom Staate betrieben.

Die Hauptgewinnungsstätten liegen bei Slanic und Doftana, Bezirk Prahova, Tirgu-Okna, Bezirk Baco (die sogenannten „Grofsen Salinen"), und bei Ocnele-Mare, im Distrikt von Rymnik Valcea.

Die Gewinnung geschieht durch einen von oben nach unten fortschreitenden Weitungsbau. Früher betrieb man Glockenbau, ähnlich wie in Siebenbürgen. Man teufte einen oder mehrere Schächte bis auf das Steinsalz nieder und erweiterte diese zu Glocken, die dann mitunter noch cylindrisch vertieft wurden. So entstanden Glocken bis zu 60 *m* Weite. Wurde die Förderung zu kostspielig oder drohte die Decke einzustürzen, so verliefs man den Bau und legte daneben einen neuen Schacht und eine neue Glocke an. Seit 1850 treibt man Abbau mit grofsen Strecken, wodurch das Lager besser ausgenutzt wird (siehe zweiten Teil).

Im Jahre 1888 förderten die vier Staatsbergwerke bei

Tirgu-Okna	16111688 *kg*,
Slanic	32470946 „
Doftana	23726495 „
Ocnele-Mare	11867471 „
zusammen . .	84176600 *kg*.

Das Stücksalz wird in Blöcken (*Formali*) von 10 bis 70 *kg* gewonnen, von denen die härteren ins Ausland gehen, die leichter zerreiblichen im Inlande abgesetzt werden.

Zeitweilig wurde im Lande nur Steinsalz verbraucht. Für den Verbrauch der Fischereien hat man Salzmühlen zur Vermahlung des Steinsalzes eingerichtet, später aber noch Seesalz vom Auslande bezogen.

[1]) *D. Kohlenztg.* 1896, Nr. 45, S. 351. *Ö. Z.* 1887, **35**, 307; 1894, **42**, S. 400, 410.

Digitized by Google

Das Salzklein (Măruntă) riecht oft nach Petroleum, was sich besonders gleich nach dem Vermahlen zeigt, wo sich das Salz stark erwärmt (wie auf der Dampfmühle zu Slanic beobachtet wurde, bis zu 26° *C.*). Nachher verschwindet der Geruch wieder.

In Tirgu-Okna wird gemahlenes Salz mit Wasser angefeuchtet und in Konusformen gepreſst. Dieses als *Saze Musca* bezeichnete Formsalz zerfällt beim Druck mit der Hand zu Pulver.

Die Produktion belief sich im Jahre 1892/93 auf 96472 *t*, 1893/94 auf 117000 *t*. Der Preis für die Tonne beträgt im Inlande 101,13 *Frcs.*, für Exportsalz 37,48 *Frcs.* Der Export geht nach Serbien, Bulgarien und Rufsland.

Die Ausfuhr war	1893/94	1894/95	
	Menge *t*	Menge *t*	Wert *Frcs.*
nach Bulgarien	14800	11175	400000
„ Serbien	31100	20793	726000
„ Rufsland	1600	1540	62000

Die Ausfuhrpreise sind für Serbien durch Staatsvertrag für die Zeit von 1895 bis 1902 auf 35 *Frcs.* für die Tonne vereinbart, nach Rufsland 40 *Frcs.*, nach Bulgarien früher 35, 40 und 42 *Frcs.*, je nach der Salzsorte, seit 1896 jedoch, um den Absatz gegen die Konkurrenz Ungarns zu schützen, etwas geringer, nämlich ab Waggon in den rumänischen Häfen des Donauufers:

32 *Frcs.* für ausgewähltes Salz aus Doftana, Ocnele-Mare und ordinäres Salz aus Slanic;

35 *Frcs.* für ausgewähltes Salz aus Slanic oder Tirgu-Okna und ab Salzwerk;

37 *Frcs.* für gemahlenes Salz in Säcken. Vergütung von 1 *Frc.* auf die Tonne wird bei jährlicher Abnahme von mindestens 2000 *t* und von 2 *Frcs.* auf die Tonne bei jährlicher Abnahme von mehr als 10000 *t* gewährt.

In der Dobrudscha liegen bedeutende, bis zu mehreren Quadratkilometern grofse Salzseen[1]), aus denen früher Salz gewonnen wurde. Nach der Erwerbung im Jahre 1878 sind die Salinen nicht weiter betrieben worden.

Der Fundatasee enthält 12,05 *g* Rohsalz in 1 *kg* Wasser, der Saratsee 26,6 *g*, der Amarasee 34,75 *g*, der Balta Alba 270,06 *g*. Der bedeutendste ist der Saratsee, 5 *km* von der Donau gelegen. Das Schwarze Meer hat an den Küsten der Krim 15 *g* im Liter, an den Donaumündungen nur 1 *Pzt.* Salz.

11. Bulgarien.

Das Land wird mit Steinsalz aus den Nachbarländern versorgt. Gewonnen wird Salz am Schwarzen Meere aus Seewasser. Diese See-

[1]) *Ö. Z.* 1894, 42, 400 u. 410.

Digitized by Google

salinen sind sehr alten Ursprunges, sie liegen bei Anchialos, an dem grofsen, vom Schwarzen Meere getrennten Salzsee, auf der Südseite der Salzlagune. Die zahlreichen Siedereien sind Eigentum von Bürgern der Stadt. 6390 flache, nur 3 bis 4 *qm* grofse, von Balken umschlossene viereckige Bassins dienen zum Abdampfen des Seewassers. Ein grauweifses Salz bleibt dabei zurück. Es wird von der Regierung angekauft und vertrieben.

Die Salinen von Anchialos liefern jährlich 10000 bis 15000 *t*. 1884 sind von einer bulgarischen Gesellschaft bei Baltschik Salinen angelegt worden, die mit 185 Bassins 200 bis 500 *t* Salz liefern. 1899 mufs diese Gesellschaft die Salinen an die Regierung abtreten. Die Salzverkaufssteuer beträgt 6 *Lews* = 6 *Frcs.* auf 100 *Okka* (= 125 *kg*).

12. Serbien

wird aus den Nachbarländern versorgt. Früher wurde auch aus Deutschland Salz dorthin verkauft.

13. Montenegro

hat bei Antivari am Adriatischen Meere Salzgewinnung.

14. Türkei.

Die Europäische Türkei wurde früher fast ausschliefslich mit Salz aus dem Auslande versorgt. Jetzt wird der einheimische Bedarf durch eigene Kochsalzgewinnung gedeckt und kein Salz mehr eingeführt. Die Gewinnung ist Staatsmonopol.

Die Produktion ist jährlich etwa 231000 *t*, wovon gegen 15000 *t* ausgeführt werden.

Gewonnen wurden[1]) in den Finanzjahren

1889/90	192 439 253 *kg*,
1890/91	249 674 457 „
1891/92	201 436 497 „
1892/93	226 558 836 „
1893/94	203 128 235 „

Der einheimische Verbrauch war 1893/94 215747 *t*, ausgeführt wurden 15515 *t*.

Der Salzreichtum der Türkei liegt in Kleinasien, wo Steinsalz und Seensalz gewonnen wird.

In der Europäischen Türkei kommen Steinsalzlager im Tertiär Albaniens vor, wo auch Soolquellen bekannt sind.

Auf der Insel Kreta wird Seesalz gewonnen.

---

[1]) *Ö. Z.* 1896, **44**, 227.

Digitized by Google

15. Griechenland.

In Griechenland wird nur Salz aus dem Meere und aus dem See von Thermissia gewonnen, diese Gewinnung ist seit 1833 Monopol des Staates. In Betrieb sind 12 Salinen, die zu Leukas, Anabyssos bei Laurium (Attika), Missolonghi, Artos, Volos, Dombroena bei Theben, Lamia, auf Naxos und Milos liegen. Die bedeutendste ist die Saline von Leukadia mit einer Produktion von 8000 bis 10000 *t* jährlich. Die von Anabyssos bei Laurium liefert 5000 bis 6000 *t*, die Salinen von Missolonghi liefern 3000 *t* jährlich. Alle Salinen zusammen erzeugen etwa 25000 *t*.

1874 lieferten die Salinen

zu Anabyssos	3500000	*Okka*[1]),
„ Dombroena	600000	„
am See von Thermissia . . .	2500000	„
zu Lamia	1000000	„
„ Missolonghi	2000000	„
auf der Insel Naxos	280000	„
„ „ „ Minos	120000	„
zusammen . .	10000000	*Okka* = 12500 *t*

im Werte von 500000 *Drachmen* (1 *Drachme* = 100 *Lepta* = 0,72 *Mk.*).

Seit der Zeit ist die Produktion beträchtlich gestiegen und war

1887	17000 *t*
1888	17500 „
1889	19455 „
1890	18000 „
1891	19772 „
1892	21660 „

Am See Thermissia setzt sich das Salz zum Teil (fast bis zur Hälfte der Produktion) von selbst am Rande ab, im übrigen rechnet man auf 1 *qm* Salzgartenfläche jährlich 5 *Okka* Salz. Der Betrieb dauert von Anfang April bis Ende September.

Der Monopolpreis beträgt im Inlande 0,10 *Drachme* für 1 *Okka*, für das Ausland 0,05 *Drachme* für 1 *Okka*; zu dem letzteren Preise könnte Salz vom Auslande bezogen werden. Die Produktionskosten sind 0,02 *Drachme* auf 1 *Okka* oder 1 *Mk.* 15,2 *Pf.* für 100 *kg*. Den Salzverkauf besorgt die griechische Monopolgesellschaft.

Von den übrigen europäischen Staaten ist zu erwähnen, daß Norwegen eine Saline bei Walloe an der Meeresbucht von Christiania östlich von Tönsberg, mit geringer Produktion (seit 1739) besitzt, auf der Meerwasser durch Gradirung und dann durch Steinsalz, das vom Auslande bezogen wird, angereichert wird. Schwache Soolquellen sind

[1]) 1 *Okka* = 1,25 *kg*. 1 *Kantar* = 44 *Okka* = 55 *kg*.

Digitized by Google

zwar hier, sowie in Schweden erbohrt worden, eine eigene Salzgewinnung darauf einzurichten, konnte sich indessen nicht lohnen. Ebenso hat Dänemark, obgleich hier und da schwache Soolquellen angetroffen sind, keine selbständige Salzgewinnung, desgleichen Belgien und die Niederlande. Jedoch bestehen hier Salzraffinerien, in denen eingeführtes Seesalz oder Steinsalz aufgelöst und umgesotten wird.

Asien.

Asiatisches Russland.

Der Hauptreichtum liegt in den zahlreichen Salzseen, indessen wird auch Siedesalz gewonnen.

In Ostsibirien werden 10 Salinen betrieben, vier im Gouvernement Jeniseisk, drei im Gouvernement Irkutsk, zwei im Gouvernement Transbaikalien, eine im Gouvernement Jakutsk.

Ostsibirien ist zwar reich an Steinsalz, jedoch liegen die Vorkommen weit von kultivirten Gebieten ab. Man gewinnt Siedesalz aus Soolquellen, die zum Teil devonischen Gesteinsschichten entspringen sollen. Im Gouvernement Jenisseisk liegt die Saline Tumanchetski (Bezirk Kansk), die eine Soole von $4^1/_2{}^0$ *B.* verarbeitet und jährlich gegen 2788 *t* Salz liefert. Sie hat 6 *m* tiefe Soolbrunnen. Gröfser ist die Saline von Troisk am Ussolkaflusse, einem Nebenflusse der Tasseeva, die im Jahre 1891 gegen 8409 *t* Salz lieferte.

Im Bezirke Minussinsk liegen viele Salzseen. Auf dem Boden eines ausgetrockneten Sees bei Abakansk teufte man 3,5 bis 5 *m* tiefe Brunnen ab, die Soole von 13° *B.* lieferten. Die Produktion ist jährlich 1312 bis 1640 *t*. Aufserdem wird aus den Seen von Beisk und am Altaigebirge Salz gewonnen, 1895 insgesamt 138150 *Pud* (2263 *t*).

Im Gebiete von Minussinsk liegt auch ein gröfserer Bittersee von etwa $2^1/_2$ *qkm* Fläche. Überhaupt sind Bitterseen im Gouvernement Jenisseisk häufig.

Im Gouvernement Irkutsk entspringen die Soolquellen unterdevonischen Schichten. Besonders ergiebig sind die Flufsthäler der Lena und Nepa, eines Nebenflusses des unteren Tunguska. Die Saline, im Dorfe Ussolje, etwa 75 *km* von Irkutsk, liefert etwa 4346 *t* Salz. Die Soolbrunnen sind 4,2 und 10,6 *m* tief. Die Soole hat 6 bis 7° *B.* Die Saline Ust-Kutsk liegt an der Kuta, 4 *km* vor deren Mündung in die Lena. Sie liefert etwa 738 *t*. Die Saline von Ilimsk liegt bei dem Dorfe Chestakovskoje an der Ilima, einem Nebenflusse der Angara. Man gewinnt dort etwa 1312 *t* Salz. 1895 wurden in den Salinen von Irkutsk 288299 *Pud* (4722 *t*) gewonnen.

In Transbaikalien dienen Salzseen zur Salzgewinnung.

Soolquellen fehlen fast ganz. Zu nennen sind der Borzinskische See, der etwa 2460 bis 3280 *t* Salz jährlich liefert. Im Süden Trans-

Digitized by Google

baikaliens liegt die Saline von Selenginsk, die nur im Winter arbeitet, wo das Seewasser, das zur Versiedung benutzt wird, gefriert. Es werden deshalb nur 66 bis 115 *t* gewonnen.

Dicht an der chinesischen Grenze liegt die Saline Kiransk, wo 328 *t* jährlich gewonnen werden.

Im Jahre 1895 lieferten die Salinen in Transbaikalien etwa 243273 *Pud* (3987 *t*) Salz. Die südlichen Provinzen werden mit minderwertigem Salz aus der Mongolei versorgt.

Im Gouvernement Jakutsk sind gröfsere Steinsalzvorkommen bekannt, die jedoch nicht nutzbar gemacht sind. Auf dem rechten Ufer des Kempendziajflusses ist ein Lager in einer Länge von 319 *m* und in 106 *m* Mächtigkeit nachgewiesen. Die beiden anderen Vorkommen liegen auf dem rechten Ufer des Kundiaj bei dem See Sikiaj-Sian und auf dem rechten Ufer des Tabassingdaflusses. Die Lager gehören dem Tertiär an.

Im Gebiete von Viluisk werden die Soolquellen von Baguinskij und Kempendziajskij nutzbar gemacht. Sie liefern jährlich 4674 *t* Salz.

Der südwestliche Teil Sibiriens ist besonders reich an Salzseen [1]). Diese liegen in der Niederung, die sich vom nordöstlichen Ende des Aralsees durch die Gouvernements Turgai, Akmolinsk, Semipalatinsk und Tomsk zieht. Der Grund der Steppe ist sehr feiner, thoniger Sand von lichtgrauer bis hellbräunlicher Farbe. Der seenreiche Teil wird durch Gras, auch durch Salzpflanzen und etwas Wald bedeckt. Der lehmige Sand scheint tertiären Alters zu sein. Das Wasser der Seen ist so salzig, dafs sich im Sommer Salz auf dem Boden absetzt, oder dafs sie überhaupt eintrocknen. Die Verdunstung ist stärker, als die Menge der nassen Niederschläge, so dafs die Seen nach und nach sich anreichern und eintrocknen. Einige führen vorherrschend Kochsalz, andere Glaubersalz oder Kochsalz mit Bittersalzen. In einzelnen Seen setzt sich noch kein Salz ab, da sie noch nicht reichhaltig genug sind, andere setzen nur im Sommer Salz ab und andere behalten das ganze Jahr über eine Salzschicht am Boden. Da andere Salzvorkommen in diesem Ländergebiete nicht bekannt sind, so ist diese Art der Salzgewinnung sehr wichtig. Die Glaubersalzseen liefern ein gutes Rohmaterial für die Sodagewinnung.

Das Salz wird auf dem Wasserwege (Irtys oder Isym) oder im Winter auf Schlitten befördert, das Glaubersalz wandert in die Sodafabrik zu Barnaul, der einzigen Sibiriens.

Die Seen sind entweder Krongüter oder sie gehören dem russischen Staate oder den Bewohnern der Steppen, den Kirgisen. Die Kron- und

---

[1]) *R. Helmhacker*, Die Salzseen von Südwestsibirien; *B.- u. H. Z.* 1892, S. 233. *F. Thiefs*, Die Salzgewinnung in Sibirien (nach russischen Quellen); *Pr. Z.* 1898, **46**, 249. *A. Foniakoff*, Nutzbare Lagerstätten Sibiriens; *Rev. uni. d. mines* **29**, 109; *Z. f. pr. Geol.* 1899, S. 53.

Digitized by Google

Staatssalinen werden gegen eine auf das Pud der Produktion berechnete Gebühr verpachtet. Dem Pächter wird die geringste Produktionsmenge, von der er die Pacht zu zahlen hat, vorgeschrieben.

Kochsalzseen mit reicher Ausbeute sind der Karjakowskische See (Staatseigentum), nordöstlich von Pawlodar mit beständigem Salzlager; der Karasunskische See, nördlich von Pawlodar; der kleine und grofse Kalkaman-Salzsee, südwestlich von dieser Stadt; die Salzseegruppe von Borovje im Gouvernement Tomsk, besonders die Seen Malinovoje, Lomavoje, Kočkovatoje, Pečatočnoje, und der Burlinskojesee.

Der Karjakowskische See (Semipalatinsk) umfafst eine Fläche von etwa 23 *qkm*. Gegen 10 *qkm* der Oberfläche sind mit Salz bedeckt. Das Salzlager ist in der Mitte des Sees über 1 *m* stark. 1896 sind daraus 722471 *Pud* (11834 *t*) Salz gewonnen worden. Früher war die Ausbeute noch gröfser und bis 1 Mill. *Pud* (16380 *t*).

Der See von Karasunsk lieferte 1896 177000 *Pud* (2900 *t*). Die Regierung erlaubt den Kirgisen von Turgaisk, Akmolinsk und Semipalatinsk das Salz unentgeltlich zu gewinnen. Die Ausbeute wird deshalb auf das vierfache der obigen Menge geschätzt.

Der See von Burlinsk hat eine Ausdehnung von 30 *km*. Er ist sehr wichtig für die Ackerbau treibende Bevölkerung. Die Bauern nehmen beim Getreideverkaufe in Powlodar Salz als Rückfracht. Es wird weit nach Ostsibirien versandt. Im Jahre 1890 sollen gegen $1^1/_2$ Mill. *Pud* (20475 *t*) gewonnen sein.

Die Seen von Borovje lieferten 1890 etwa 600000 *Pud* (9828 *t*). Davon werden 5000 *Pud* jährlich der Kosaken-Heeresverwaltung überlassen. Für den Salztransport bis zu den Kosakenwohnstätten (Semipalatinsk und Ust-Kamenogorsk) sind 1000 *Rubel* ausgesetzt. Von 1798 bis 1891 sind gegen 195034 *t* Salz aus den Seen gewonnen.

Von Glaubersalzseen sind der grofse und der kleine Marmischanskische See (Tomsk) mit 4 und 2 *qkm* Fläche und der Kulundinskische See, 200 *km* südwestlich von Barnaul, zu nennen. Der erstgenannte See setzt Salz mit 97 *Pzt.* Glaubersalz ab. Der Vorrat des Sees wird auf 75 Mill. *Pud* (1229000 *t*) geschätzt. Etwa 150 bis 200 *m* vom Ufer sind die Salzschichten schon 60 *cm* stark.

In den Seen setzt sich in der Sommerzeit eine starke Salzkruste ab, die 2 bis 4 *Zoll* stark ist.

Das Kochsalz wird aus den Seen herausgeschleppt, oder die Krusten an den Ufern werden gesammelt, die Mutterlauge tropft ab und das Salz trocknet. Der anhaftende Sand fällt dann ab.

In Turkestan[1]) werden gegen 1 Mill. *Pud* Steinsalz und Seesalz gewonnen. Im Jahre 1888 fand man im Gebiete von Ferghana, 333 *Werst* von Samarkand, ein Steinsalzlager, das Burdungulsche oder

[1]) *B.- u. H. Z.* 1897, **56**, 57.

Digitized by Google

Bardumkulsche Lager. Das Salz ist sehr rein. Der Salzreichtum wird auf 200 Mill. *Pud* berechnet. Da es fern von bevölkerten Gegenden liegt, so wird es noch nicht regelmäfsig ausgebeutet.

Im transkaspischen Gebiete wird Salz auf der Insel Tscheleken, in der Nähe der Station Bala-Tschen der transkaspischen Eisenbahn und an einigen anderen Orten gewonnen. 1893 wurden von Tscheleken 7644 *Pud* Steinsalz abgesetzt. Der mittlere Verkaufspreis ist in Usun-Ada $5^1/_2$ *Kop.* das *Pud*. Das Salz liegt in Tscheleken in einer Tiefe von 1 bis 4 *Fufs* unter einer Schicht weifsen Sandes von 10 bis 47 *Zoll*. Der Salzvorrat wird auf 20 Mill. *Pud* geschätzt, wovon 5 Mill. *Pud* schwarzes Salz, ohne Beimischung von Sand, 15 Mill. *Pud* ganz reines weifses Salz ist. Das Salz wird teils nach dem nördlichen Persien, teils an der Westküste des Kaspischen Meeres abgesetzt.

Längs des Bettes des Usboiflusses, nahe bei der Station Milla-Kara, wird Salz gewonnen, 1893 gegen 34000 *Pud*.

Salz wird ferner aus dem ausgetrockneten Seebecken Karabah bei der Bucht von Krasnowodsk gewonnen.

Aus dem See Kuli, in der Nähe von Krasnowodsk, werden gegen 30000 *Pud*, aus den Salzseen im Bezirke Manghischlak gegen 240000 *Pud* und aus dem See Serük-Nemeksar, im Bezirk Tedschen, werden jährlich 150000 bis 200000 *Pud* Salz gewonnen.

Die Salzausbeute Sibiriens war in Tonnen [1]):

Bezirk	1890	1891	1892	1893	1894	1895
Semipalatinsk	18 011	9 806	1 302	23 719	17 585	9 86[illegible]
Tomsk	30 276	8 403	10 654	22 739	4 402	17 045
Jenisseisk	3 803	3 193	2 650	2 571	3 806	3 66[illegible]
Irkutsk	6 168	6 236	6 280	6 340	6 581	8 035
Transbaikalien	652	774	422	918	776	n. ermit
Jakutsk	283	308	318	nicht ermittelt		
zus. Sibirien . .	59 193	28 720	21 626	56 287	33 150	38 34[illegible]

Im Jahre 1894 waren in den Salinen von

Westsibirien	1180
Ostsibirien	401
zusammen . .	1581 Arbeiter

beschäftigt. Dies sind meist Sträflinge, und zwar gebesserte Verbrecher die einen Teil der Strafen in den Gefängnissen oder in den Bergwerken von Nertschinsk abgebüfst haben und zum Lohn für gutes Betragen in die Sudwerke geschickt werden.

[1]) Nach *M. W. Gribassowy*, im Sibirischen Handels- und Gewerbskalender; *Pr. Z.* 1898, **46**, 249 (*F. Thiess*).

Digitized by Google

Asiatische Türkei.

Kleinasien, Armenien. Die salzführenden Gebirgsketten des Taurus und Antitaurus im Süden und des Ala-Dagh im Norden von Kleinasien schliefsen eine grofse Salzwüste ein. Der Halys (Kizil-Irmak), der schon bei seinem Ursprunge nordöstlich von Siwas und in seinem weiteren Verlaufe durch salzführende Gebirge fliefst, trägt von diesen Salzvorkommen seinen Namen.

Die Gebirgsthäler östlich von Angora sind reich an Salz. Nordöstlich von Kaisarie liegt der drei Meilen lange, eine Meile breite Salzsee Sarimsak bei Kuzuk. Weiter abwärts im Halysthale tritt das Steinsalzgebirge zu Tage. Die Steinsalzgruben liegen dort bei Tuzkiöy (Salzdorf) am linken Ufer des Halys, gegenüber dem grofsen Salzsee Tüs-Tschöllü, der noch über dem Halysthale liegt. Die Hütten sind zum Teil in den Salzfelsen eingehauen. Das Salz wird in Gruben gewonnen. Der grofse See trocknet im Sommer zum Teil ein und scheidet Salz ab, das an verschiedenen Stellen (Khans) gewonnen wird. Weiterhin im Flufsgebiete des Halys liegen nordöstlich von Angora, 10 *km* östlich von Kjankary, Steinsalzgruben. Auch ein Salzsee wird hier zur Salzgewinnung benutzt. Das Steinsalz ist meist klar und durchsichtig.

Südwestlich von Tschorum bei Sungurli liegen die Steinsalzgruben von Chayan-Kiöj und Sarek-Hamisch. Überall ist das Salzgebirge durch roten Sandstein und Gyps gekennzeichnet.

Auch die Gebirge bei Erzerum, wo die Wasserscheide der Flüsse Kur, Tscharuk und Euphrat liegt, sind wie in dem benachbarten russischen Transkaukasien salzführend. Aus Quellen und Salzbächen (bei Bajasid) wird Salz gewonnen.

Die Steinsalzgruben an den Ufern des Pontus und in Galatien sind schon seit Strabos Zeiten und aus dessen Mitteilungen bekannt.

Östlich von Denislü wird Salz aus einem grofsen See gewonnen, der in der heifsen Jahreszeit fast eintrocknet.

Die Ebene bei Eregli ist zur trockenen Jahreszeit mit Salzausblühungen bedeckt, nördlich von Eregli kommen zahlreiche salzige Quellen zu Tage, von denen einige Salz um ihre Mündung absetzen.

Mesopotamien ist reich an Steinsalz im Hameringebirge, das sich parallel zu der salzführenden Gebirgskette in Persien, der Lauristankette, von der persischen Grenze nordwestlich bis zum Tigris bei Tekrit zieht und vom Adhäm durchbrochen wird. Salzvorkommen werden im Gebiete von Mosul (Ninive) verzeichnet und in der Umgebung von Baghdad ist der Boden salzführend. Salzige Quellen treten in der Nähe des Euphrat, in der Gegend von el Chidr längs der arabischen Wüste auf und bilden Salzbecken, die zur Salzgewinnung benutzt werden. Die Gegend zwischen den unteren Flufsthälern des Euphrat und Tigris zeigt viele Ansammlungen von salzigen Wassern und Salzausscheidungen

Digitized by Google

in Sümpfen und Steppen, die die Fruchtbarkeit des Landes beeinträchtigen.

In Kurdistan ist der nordöstliche Abfall des Harmeringebirges steinsalzführend. Salzige Quellen treten in den Gypsbergen bei Kifri, nordöstlich von Baghdad, zu Tage. Auch der Wansee zeigt einen beträchtlichen Salzgehalt (2,26 *Pct.*), so dafs durch Abdünsten des Seewassers in besonderen Behältern Salz gewonnen wird.

Cypern. Auf der Insel wird an der südöstlichen Küste an den Meerbusen von Larnaka, la Scala und Limasol in natürlichen Salzseen, die zum Teil vom Meere aus gespeist werden, viel Salz gewonnen. Bei Larnaka liegt $^1/_4$ Stunde südlich von der Stadt ein Salzsee von etwa zwei Stunden Umfang, der sich bis zu dem eine Meile entfernten Dorfe Tschiti erstreckt und in dessen Fortsetzung noch andere kleinere Salzseen liegen.

Dieser See hat keine Verbindung mit dem Meere, sondern er füllt sich im Winter bei Regen mit Wasser und sondert im Frühling und Sommer Salz ab. Die Salzkruste wird in Blöcke zerschlagen, die in den Handel gelangen.

In Palästina[1]) erhebt sich auf der Südwestseite des Toten Meeres bei Dschebel Usdum ein 180 *m* hoher Salzberg, dessen Entstehung in die Diluvialzeit fallen mag. Auf der Westseite bilden kreidige Gypsmergel den Fufs des Berges, auf der Ostseite bis 30 und 44 *m* Höhe zerklüftetes, bläuliches, an Höhlen reiches Steinsalz. Das Hangende bilden Gyps und dünnschalige, kreidige Mergel.

Syrien ist reich an Salzseen, z. B. östlich und südlich von Haleb (Aleppo), wo auch Soolquellen neben Süfswasserquellen auftreten.

In Arabien wird Salz an den Meeresküsten gewonnen, z. B. bei Shaikh-Othmann, nicht weit von Aden (s. Salzgewinnung im zweiten Teile).

Die Gebirgsketten an den Küsten des Roten Meeres führen Steinsalz, z. B. in Yemen, dem südlichen Teile des Küstenlandes, zu Dschisan, Loheia und Hodeida.

Persien.

Persien ist reich an Steinsalz, Salzseen und Soolquellen. Die Salzlager gehören dem Tertiär (miocänen Schichten) an und treten an vielen Stellen zu Tage.

Die Insel Kischim[2]) am Persischen Golf besitzt ein sehr bedeutendes Steinsalzlager. An der Südküste der Insel befindet sich eine Hügelkette, 6 *km* lang, 800 bis 1500 *m* breit, die fast ausschliefslich aus Steinsalz besteht, einem bis zu 130 *m* mächtigen Lager. Ähnliche

[1]) *Z. f. pr. Geol.* 1897, S. 360.
[2]) *Ö. Z.* 1892, **40**, 579 (*Winklehner*); *Z. f. pr. Geol.* 1893, S. 43.

Digitized by Google

Vorkommen von geringerer Ausdehnung befinden sich auf Nachbarinseln, auf den Inseln Larak, Hanscham und Ormuz. Das Gebirge besteht aus Kalk, kalkigem Sandstein und Kalkmergel, überlagert von Mergel und Thon, darauf lagert das Steinsalz. Das Hangende wird von Gyps und Mergel gebildet, es ist oft stark durch Eisenoxyd, Eisenglanz, rot gefärbt. Darüber lagert Muschelkalk und Muschelsandstein. Am Westende der Lagerstätte treten bis 150 *m* hohe Hügel von 5000 *m* Länge fast senkrecht aus der Ebene hervor. An der Oberfläche ist das Steinsalz schmutziggrau gefärbt, sonst ist es sehr rein und frei von erdigen Beimengungen. An einer Stelle hat eine Quelle eine Grotte ausgewaschen, die in ihren Gebilden einer Tropfsteinhöhle ähnlich sieht.

Die dort eingeborenen Araber gewinnen das Salz bei Namakdan, wo sich das Lager in einer Länge von 2200 *m*, und einer Mächtigkeit von 80 *m* beinahe senkrecht über dem Küstenrande erhebt, und von einer Schicht erdigen tauben Materials bedeckt wird. Das Salz wird in Tagebauen gewonnen. Die Deckschicht wird abgeräumt, das Salz am Rande des fast senkrechten Salzhügels mit einfachen spitzen Eisenstangen halbkreisförmig unterschrämt; mit Spitzhämmern werden flache Löcher gebohrt, und das Salz wird dann mit Pulver losgesprengt. Die Salzblöcke werden zerkleinert, herabgestürzt, in Körbe verladen und durch Träger in die Boote gebracht und verschifft, zumeist nach Bombay und Kalkutta. Gearbeitet wird nur in der kühleren Jahreszeit von Oktober bis Mai. Jährlich werden etwa 15000 *t* gewonnen.

Salzgebirge ziehen sich an der Küste des Persischen Golfs hin und auch im Inneren des Landes sind Steinsalzvorkommen bekannt.

Ein etwa 1600 *m* hoher Salzberg ist der Kuh Namak am Rud-i-Mand, etwa 120 *km* von dessen Einmündung in den Persischen Golf entfernt. Er führt Lager von verschiedener Färbung bis zu 300 *m* Mächtigkeit. Weniger bedeutend sind die Lager von Ras Bostanah. Ausgebeutet werden Steinsalzlager bei Sherisabad, östlich von Nischapur am Abfalle des Gebirges.

Salzsteppen bedecken im Inneren des Landes weite Strecken.

Der Urmiasee, westlich vom Kaspischen Meere, ist ein grofses Salzwasserbecken. Das Wasser enthält 18 *Pct.* Chlornatrium.

Im südlichen Persien liegen die Salzseen Bachtegan (Derja-i-Niriz) und der Malujah (Derja-i-Nemek) bei Schiras. Kleinere Seen trocknen im Sommer aus und lassen eine Salzkruste zurück.

Buchara

hat in der Bergstadt Hiṣsar bedeutende Steinsalzlager, die ausgebeutet werden. Auch am Oxus unterhalb Charjui kommt Steinsalz in weiter Erstreckung vor.

Digitized by Google

Britisch-Indien.

Der Südabfall des Himalayagebirges in Pendjab, sowie in Nepal und Bhutan ist reich an Steinsalzablagerungen. Ein bedeutender Salzgebirgszug zieht sich vom Safid-Koh südsüdöstlich durch Hindostan über den Indus und Jhelam (Hydaspes), wo schon zur Zeit Alexanders des Grofsen Steinsalzgruben in Betrieb waren. Der Abbau der Steinsalzlager, die etwas nördlich vom 22. Breitengrade zwischen Jhelam (Dschelam) und dem Indus (bei Kalabagh) sehr rein und mächtig auftreten, bildet für den Staat eine hohe Einnahmequelle. Den Mittelpunkt des Betriebes bildet das Dorf Kheura (Kheora)[1]), etwa 5 engl. Meilen von Pind Dadun Khan. Früher (bis 1870) wurde dort mehr oder weniger Raubbau getrieben. Alsdann begann jedoch ein planmäfsig geführter Abbau durch die Anlegung des Mayostollens. Dazu wurde eine technische Centralstelle für die Gruben geschaffen.

Der Gipfel der Hügel ist grüner Sandstein, längs der Abhänge und am Fufse treten ziegelrote Gypsadern oder Mergel hervor, aus denen auf Salzlager zu schliefsen ist. Die salzführende Schicht ist 180 bis 200 *m* mächtig, 80 bis 90 *m* sind reines Salz.

Früher schlug jeder Unternehmer in die Mergelschicht, wo es ihm beliebte, einen Stollen. Je eher die Erde feucht wurde, desto näher war man dem Salze. Das Salz gewann man, ohne Pfeiler stehen zu lassen, so dafs häufige Brüche und Verschüttungen vorkamen. Sobald das Salz nicht mehr ganz rein war, hörte der Betrieb auf. Bald nach dem Verlassen füllten sich die Höhlen mit schmutziger Salzmasse und Mergel.

Die Mayogrube ist ganz nach neuerem europäischem Muster angelegt und hält nach *Schlagintweit* den Vergleich mit jeder bergmännischen Anlage der Welt aus. Sie liefert 80 *Pct.* der ganzen Ausbeute.

Bis 1870 sind etwa 22 Mill. *Kubikfufs* Salz herausgeholt worden. Die Abgabe an die Regierung beträgt jährlich 2 bis 3 Mill. *Rupien* (zu 1,36 *Mk*). Bis 1889 sind aus der Mayogrube allein $1^1/_2$ Mill. *t* Salz abgegeben worden, wovon die Reineinnahme jährlich 3 Mill. *Rupien* übersteigt.

Die Dörfer sind längs der Abhänge auf Terrassen angelegt, die zum Teil aus reinem Salz ausgehauen sind und in der Sonne glitzern.

Die Familien arbeiten bei der Salzgewinnung in der Regel als Partei zusammen, 1882 arbeiteten gegen 3600 Männer in den Gruben. Frauen und Kinder etwa in doppelter Zahl.

Gearbeitet wird mit einem Hammer, der an einem Ende in ein verstählte Picke ausläuft, während der Rücken sehr breit und gewuchtet ist, zu schwerem Schlag. Damit werden 20 bis 25 *cm* tiefe Rinnen

[1]) *B.- u. H. Z.* 1890, S. 379.

Digitized by Google

im Geviert um das abzulösende Salz gehauen, das eine Fläche von etwa zwei *Quadratfuſs* einnimmt, dann werden Keile in die Rinnen gelegt und durch Antreiben das Stück abgesprengt. Die Arbeit schreitet von unten nach oben vor. Die Abbauräume sind bedeutend, 15 bis 20 *m* hoch; aber nur die ganz weifsen Partien werden geholt, selten mehr als 8 bis 10 *m*. Beim Fortschreiten der Arbeit besteigt der Arbeiter einen Dreifufs. Dieser Arbeitsstuhl zeigt bei einer Höhe bis zu 8 *m* bedenkliche Schwankungen, wenn an der Decke gearbeitet wird.

Der Salzblock wird auf der Sohle zu Stücken zerschlagen, damit die Frauen und Kinder das Salz bequem auf dem Rücken zum Lagerplatze schleppen können. Der reichlich entstehende Abfall wird der tiefsten Stelle der Höhle zugefegt, wo sich regelmäfsig Wasser zu einem mehr oder weniger grofsen Salzsee sammelt.

Der Mayostollen ist genau vermessen und wird nach dem Kammersystem abgebaut. Zwischen den einzelnen abgebauten Flötzen bleiben 7 bis 8 *m* mächtige Salzpfeiler als Tragwände stehen. Der Abbau schreitet von oben nach unten fort. Zunächst wird ein Arbeitsstollen, 2 *m* hoch, oberhalb der reinen Salzschicht eingebrochen. Das überhängende, mit Salz durchtränkte Mergelgebirge wird mit Pulver abgesprengt, bis die reine mergelige Gypsschicht erreicht ist. Diese wird sorgfältig abgekratzt, damit jeder Nachfall vermieden wird. Der Stollen wird rein gefegt und dann das reine Salz mit Pickel, Keil und Hammer herausgeholt, wie in den Gruben, die unter der Leitung der Eingeborenen stehen.

Ist die Sohle der salzführenden Schicht erreicht, so wird das Schienengleis vorgeschoben, damit das Salz nicht weit getragen werden mufs.

Die Kammern sind bei 36 *m* Höhe, $13^1/_2$ *m* Breite bereits 75 *m* tief ausgebaut. Die Länge der Grubengleise ist 360 *m*.

Die Luft wird durch das schlechte Brennöl in den Grubenlichtern (Tschiragh), und den starken Pulverdampf sehr verschlechtert und es ist schwierig, gute Ventilation zu erhalten.

Gelöhnt werden die Arbeiter nach der ausgebrochenen Menge. Für 1 engl. *Cubikfuſs* zahlt man 8 *Pf.* ($35^1/_3$ *cbf.* = 1 *cbm* = 2,83 *Mk*). 80 *Ctr.* Salz (4064 *kg*) bringen einen Lohn von 4 *Rupien* (1 *Rup.* = 1,36 *Mk.*). Der Tageslohn eines geschickten Häuers stellt sich auf 2,40 *Rupien* (etwa 3,3 *Mk.*). Die Schlepper laden 60 *Pfd.* (= 27 *kg*) auf den Rücken und verdienen 1,20 bis 1,35 *Mk.*, Kinder die Hälfte. Abzüge werden gezahlt für Öl, Gezähe, Beitrag zum Lohn des Wagmeisters, durchschnittlich 30 *Pct.* vom Lohne.

Der Minenarbeiter feiert in der Woche am Sonntag, Donnerstag und Freitag, dann vier Monate in der Regenzeit, es sind deshalb nur 138 Arbeitstage im Jahre. Die Temperatur in den Kammern ist 22° *R.*, d. i. 4 bis 5° höher, als im Freien. Die Leute arbeiten fast nackt. An brüchigen Stellen wird zum Schutz gegen Verletzungen ein dickes Wolltuch (Namdah) umgelegt. Unter der Ausdünstung bedeckt sich

Digitized by Google

der Körper des Arbeiters mit weifser Salzkruste. Die wirtschaftliche Lage der Arbeiter ist nicht sonderlich gut. Sie sind streitsüchtig, häufige Arbeiterausstände, Klagen, Beschwerden über ungerechte Abzüge, vorübergehende Stillstände einer Grube, einer Kammer sind nicht selten, bis der Beschwerde abgeholfen oder der Ungrund dazu nachgewiesen ist.

Britisch-ostindisches Gewicht ist das Maund- oder Möngewicht. Es ist in der Gröfse sehr schwankend. Das Normalgewicht (Standard Weight), dessen sich die Regierung bei den Zöllen bedient, ist so bemessen, dafs

das Maund = 100 engl. Troypfund, also $82^2/_7$ engl. Handelspfunde, 37,3 *kg* ausmacht.

Ein deutscher Konsularbericht vom Jahre 1889 (Octoberheft des deutschen Handelsarchivs) giebt an, dafs sich Deutschland in der Einfuhr von Salz ein grofses Gebiet in Indien erobern könnte. Es käme darauf an, den indischen Geschmack zu treffen. Deutsches Salz gilt jetzt noch als unterwertiges und wird mit 3 bis 4 *Rupien* weniger als englisches Salz bezahlt. 1886 bis 1888 wurden 70, 88 und 88 *Lakhs* (zu 100000 *Rupien*) eingeführt. Die Einfuhr englischen Salzes hat sich auf Kosten anderen Salzes sehr vermehrt. Die englische Einfuhr steigerte sich von 59 *Lakhs* 1886/87 auf 67 *Lakhs* im Jahre 1887/88 und 79 *Lakhs* (1888/89) und hat die Einfuhr anderer Länder um die Hälfte vermindert. Diese ging von 18 *Lakhs* auf 13 und dann auf 9 *Lakhs* zurück.

Deutschlands Einfuhr hat sich etwas gesteigert und betrug

1884/85	8291 *tons*	für	144606 *Rupien*,	
1885/86	9504 „	„	172849	„
1886/87	37099 „	„	663117	„
1887/88	23187 „	„	444593	„

(1895/96 bis 1897/98 s. S. 230 u. f.)

Der Haupteinfuhrhafen von Salz ist Calcutta.

Die Halbinsel Vorderindien ist reich an Salzwüsten und Salzseen, so das Gebiet zwischen Indus und Ganges. Auf der Südwestseite des Ganges und Jamunathales bei Bhartpur treten viele salzige Quellen zu Tage, aus denen Salz durch Abdünsten gewonnen wird. Nordwestlich davon bis zum Satletsch zieht sich die Salzwüste mit zahlreichen Salzseen, die nach Westen zu häufiger werden. Einer der gröfsten Seen ist der Sambharsee südwestlich von Delhi, aus dem Salz gewonnen wird. Ein anderer See westlich davon und auf dem rechten Ufer des Luni ist der Punchbuddursee, aus dessen salzigem Wasser in Gruben Salz gewonnen wird.

Die Küstengegend des Luni, der Ran von Kachh, ist ein harter, mit dem Meeresspiegel in gleicher Höhe liegender Sandboden. Zur Zeit der Südwestwinde steht die grofse, etwa 7000 *engl. Quadratmeilen* umfassende Ebene unter Wasser und erscheint dann wie die offene

Digitized by Google

See, den grösten Teil des Jahres ist das Gebiet eine Sandwüste, die oft bis zu 1 *Zoll* tief mit Salzkrusten überzogen ist.

Steinsalz tritt im Windhyagebirge im Flufsgebiete des Nerbudda auf, sonst ist das Innere der vorderindischen Halbinsel arm an Salz. Die Hauptgewinnungsstätten liegen an den Meeresküsten, wo bedeutende Mengen Salz aus dem Wasser des Indischen Ozeans gewonnen werden, so an den Küsten bei Calcutta im Deltagebiete des Ganges und Brahmaputra, dem Sunderband, ferner bei Orissa (Kattack), am Chilkasee, südlich von der Mündung des Mahanaddy. Zum Teil ist der Boden selbst so salzhaltig, dafs das Meerwasser nur dazu benutzt wird, um den Boden zur Salzgewinnung auszulaugen. Auf der Westseite liegen die Gewinnungsstätten hauptsächlich auf der Insel Salsette, Bombay gegenüber.

Ceylon bietet durch die lagunenartigen Meeresbuchten (Leways) vorzügliche Gelegenheit zur Seesalzgewinnung. Die Nord- und Westseite der Insel sind besonders dadurch ausgezeichnet. Steinsalz und Soolquellen kommen nicht vor.

Hinterindien.

Im Berglande Asam kommen in der Hügelkette der Naga-Hills und östlich davon häufig Soolquellen vor, die zur Salzgewinnung dienen, besonders die bei Boorhat und Saddija. In der Regenzeit sind die Salzbrunnen überschwemmt. Man gewinnt deshalb nur in der Zeit von November bis März.

Im übrigen wird auf der Halbinsel an der Küste Seesalz gewonnen, z. B. bei Huë in Cochinchina und an den Mündungen des Menam in Siam. Im Thale des Irawadi, zu Titug, nördlich von Sagaing in Burma, ist der Boden mit Salz imprägnirt. Die Erde wird ausgelaugt und das gewonnene Salz im Lande verbraucht. Auch in Pegu kommt derartiges Erdsalz vor. Im übrigen wird an der Küste des Meerbusens von Bengalen Salz aus dem Meerwasser gewonnen.

Von den Sundainseln hat Java bedeutende Salzgewinnung aus dem Meerwasser. Die Meersalinen, der holländisch-indischen Regierung gehörig, liegen bei Sampang, Pamekasan und Sumenep auf der Insel Madura. Soolquellen[1]) treten auf Java im Miocän auf. Sie sind sämmtlich reich an Jod- und Bromsalzen. Bei einigen tritt Erdöl und Gas mit zu Tage. Sie werden zum Teil zur Salzgewinnung ausgebeutet, unter anderen bei Diona im Gebiete des Solo.

China.

Salz wird an den Meeresküsten und im Inneren des Landes aus Soolquellen durch Versieden gewonnen, ersteres z. B. am Meerbusen

[1]) *Ö. Z.* 1897, 45, 418.

Digitized by Google

von Petscheli bei der Stadt Tientsin, letzteres [1]) z. B. in den Distrikten von Sze-chuen am Ufer eines Nebenflusses des Yang-tze-Flusses bei der Stadt Tzulin-tsin. Hier wird schon seit 1600 bis 2000 Jahren Salz gewonnen. Die Bohrlöcher werden mit eisernen Bohrern bis zu 5000 bis 6000 *Fufs* abgeteuft. Oft dauert es 40 Jahre, ehe man Soole erreicht. Diese wird in langen Bambusrohren mit Seilen, die über grofse Trommeln laufen, durch Ochsen gehoben. Die in der Nähe der Soolquellen auftretenden Gasquellen liefern das Material zur Verdampfung der Soole. Dies geschieht in langen, eisernen Kesseln. Gegen 24 Gasquellen und 1000 Soolbrunnen sind in Betrieb. Diese liefern jährlich 200 000 *t* Salz im Werte von 5 Mill. *Dollars*.

In Nordchina wird Salz auf verschiedene Weise aus Salzthon (Seelöfs) ausgelaugt, in anderen Landesteilen wird es auch als Steinsalz gewonnen. An den Küsten Chinas wird viel Salz aus dem Meerwasser erzeugt. Die Salzgewinnung ist in China Monopol des Staates.

Japan

hat aufser Seesalzgewinnung Steinsalzbergwerke. Das wichtigste liegt bei Aithu in der Provinz Iwaschiro-Yechigo. Zwei Salzwerke sind von der Regierung verpachtet. Seesalz wird unter anderen auf den Liukiuinseln gewonnen.

Afrika.

Marokko.

In Nordafrika ist zunächst Marokko reich an Salzseen und Soolquellen, die zur Salzgewinnung dienen. Bedeutende Steinsalzgruben werden betrieben, z. B. bei Fez; eine bedeutende Grube liegt bei Hajar el Wáksif. In der Ebene von Marrákesch und in Abda sind Flüsse und Seen salzig. Das Steinsalz tritt an vielen Stellen zu Tage und bildet bei Lâalooah in der Nähe von Casablanca einen Hügel. Auch in den Thälern des Atlasgebirges geht es zu Tage aus.

Bei Wazzán, auf dem Wege nach El Kasar, liegt eine grofse Salzwüste mit Soolquellen. Aus dem See Zeemah im Blad Hamrah acht Stunden von Saffi, der etwa $2^1/_2$ *km* lang und $1^1/_2$ *km* breit ist, wird Salz gewonnen. Diese Salzgewinnung ist von der Regierung an einen benachbarten Stamm verpachtet [2]). An den Meeresküsten wird Seesalz gewonnen, z. B. bei Larache (El-Araïche), südlich von Tanger.

---

[1]) *Eng. a. Min. J.* 51, 329; *Ö. Z.* 1891, 39, 238.

[2]) *Budgett Meakon, Min. Journ.* 1898, S. 1034; *Ztschr. f. pr. Geol.* 1899, S. 51.

Digitized by Google

Algerien.

In Algerien kommt Steinsalz im Hippuritenkalk der Kreide bei Constantine vor. Eine Reihe von salzigen Quellen treten zu Tage. Auch in der Provinz Oran am Fuſse des Gebirges sind Steinsalzgruben. Bedeutende Salzseen liegen südlich von Mascara (Schott-el-Scherki und Schott-el-Charbi) und in den Ebenen südlich von Algier und Oran.

Nicht weit von der Seeküste liegen die Salzseen von Arzew. Sie sind von Bergen umgeben und erstrecken sich über eine Fläche von sechs Quadratmeilen. Im Sommer sind sie trocken und der Boden ist dann mit Salz bedeckt. Südlich von Algier liegen ähnliche Salzseen (Sebkahs), z. B. der westliche und östliche Zarezsee, der Shott-el-Saida und der Salzsee von Msila, der etwa die Gröſse des Genfer Sees hat. Sehr bedeutend ist der weiter südlich liegende Melrirsalzsee. Zahlreiche Salzflüſschen sind bekannt. Der Wed-el-Shai-er heiſst nördlich von Booferjoone an Mailah nach seinem salzigen Wasser. Er flieſst in ein Salzseebecken (Shott), das im Sommer trocken liegt und mit Salz bedeckt ist. Durch ein steiles Felsenthal, südöstlich vom Jurjuragebirge, flieſst der Salzfluſs Beni-Abess, südsüdöstlich von Algier der Salzfluſs Hammam-Mellwan und bei Gitteri der Salzfluſs Urbjah. Nicht weit von Constantine kommt vom Gibbel Woosgar ein Salzfluſs.

1887 bestanden in Algerien:

2 Steinsalzkonzessionen,
3 Soolquellenkonzessionen
14 Salzseenkonzessionen
} mit Salzgewinnung.

Tunis.

In Tunis[1]) kommen viele Salzseen (Sebkhas) vor, aus denen Salz gewonnen wird. Im Winter sind die Senkungen mit Salzwasser gefüllt, im Sommer schlägt sich Salz nieder. Das Salz wird gesammelt und in rohem Zustande verbraucht. Die Produktion bei den neuen salzigen Sümpfen und Seen betrug 1887 etwa 8200 *t*, 1892 wurden 6000, 1893 7000 *t* Salz gewonnen. Die Sümpfe von Zarzis liefern das meiste Salz. Die Ausbeutung ist Staatsmonopol. Der Preis für 1 *t* Salz beträgt 67,5 *Frcs.* Beschäftigt sind 350 Arbeiter.

Tripolis.

Auch Tripolis und Fessan haben zahlreiche Salzseen und Salzsümpfe. Die Umgebung von Germa, Oubari und Wadi Shiati ist auf weite Strecken mit Salz bedeckt. Zwischen Wadi Shiati und

[1]) *B.- u. H. Z.* 1890, S. 225.

Digitized by Google

Germa liegt ein See (Wadi Trona), aus dem natürliches kohlensaures Natrium (Trona), das mit Kochsalz zusammen vorkommt, gewonnen wird. Auch östlich von Murzuk ist der Boden häufig mit Salz bedeckt, südlich von Maefen dehnen sich die Salzfelder mehr als 20 Meilen breit von Ost nach West bis Gatron aus, und weiter südlich bei Tedscherri zeigen sich wieder Salzseen. An der Nordküste von Tripolis liegen viele Salzseen, z. B. bei Muktahr in der Nähe des Tafelberges Jebbel Allah und bei Bengazi. Der Meeresstrand südöstlich von Mesurata längs der grofsen Syrte ist sehr flach und wird vom Meerwasser weithin überspült. Die Oberfläche des Bodens ist mit einer Salzkruste überzogen.

Sahara.

Die Wüste Sahara ist reich an Salzseen und Salzsümpfen, die von aufsteigenden salzigen Quellen gespeist werden. Wüsten- oder Erdsalz bedeckt oft den Sandboden. In ansehnlichen Mengen wird das Salz bei den Orten Kalala und Garu, der Bilmastadt zwischen dem 18. und 19. Breitengrade, gewonnen, wo unerschöpfliche Salzgruben ausgebeutet werden. Ein grofser Teil der Völker der Sahara und Niegerländer werden von da aus mit Salz versorgt.

Von Kalala gehen jährlich gegen 70000 Kameelladungen Salz ins Land. Die Bilmagruben liefern das schönste und reinste, das begehrteste Salz im ganzen Sudan. Es wird von Tuariks bis in die Äquatorialgegenden gebracht und mit hohem Gewinn verkauft (s. Salzgewinnung im zweiten Teile). Tronaseen treten in der Umgebung von Bilma und Dirki weit und breit auf.

Andere Gewinnungsplätze liegen bei Taudeni, von wo aus Timbuktu mit Salz versorgt wird. Hier wird flach unter der Oberfläche lagerndes Steinsalz gewonnen, das in mächtigen Platten auf Kameelen nach Timbuktu geschafft wird[1]). Auch bei Wadan liegen Salzgruben, die ausgebeutet werden.

Im östlichen Teile der Sahara oder der Libyschen Wüste treten zahlreiche salzige Quellen zu Tage und Erdsalz findet sich oft schollenartig an vielen Stellen, z. B. in der Umgebung von Siwah.

Ägypten.

Ägypten hat kein Steinsalz. Es wird zum Teil von Arabien mit Salz versorgt. An der Küste des Mittelmeeres, westlich von Alexandrien bis zum Kap Pelusium, treten zahlreiche Salzseen, zum Teil Natronseen, auf, zwischen Pelusium und Suez eine Reihe von Bitterseen. Obgleich den Seen vom Nil Süfswasser zugeführt wird, scheidet sich doch

[1]) *Lenz*, Afrikanische Reise 1880.

Digitized by Google

an den dem Meere zu gelegenen Rändern der Seen Salz ab, das gewonnen wird. Auf der linken Nilseite liegen Salzseen, darunter der gröfste, der Mörissee (Birket-el-Kerun), südwestlich von Kairo, an dessen Ufern sich Salzkrusten absetzen. In der Macariuswüste und in Oberägypten liegen zahlreiche Natronseen (Thal der Natronseen), unter denen viele auch Kochsalz liefern, wie der Om-Rishah.

In Nubien gewinnt man Salz durch Auslaugen salzhaltiger Erde (Erdsalz), so an den Ufern des Weifsen Nils (des Bahr-el-Abiad).

Zu Boeydha bei Schendi im Nilthal wird ebenfalls Salz durch Auslaugen der salzhaltigen Erde gewonnen und weithin nach Süden im Sudan abgesetzt. Die gewonnenen Salzscheiben werden in Packete zusammengebunden, von denen vier eine Kameelladung ausmachen.

An der Westküste des Roten Meeres von der Tadjurrabai bis nach Massaua, im Gebiete von Danakil, zeigen sich Steinsalzvorkommen, die z. B. bei Assab ausgebeutet werden. Der Assalsee, im Süden dieses Gebietes, ist ein hochprozentiger Salzsee. Der See ist zum Teil mit einer festen Salzschicht bedeckt.

Auf dem Wege von Massaua nach Tigre wird im Gebirge Steinsalz gewonnen. Es wird in 8 *engl. Zoll* langen und $1^1/_2$ *Zoll* breiten und dicken, an beiden Enden etwas zulaufenden Stücken in den Handel gebracht[1]).

In diesen wie in den innerafrikanischen Landesteilen gilt Salz wie baare Münze zum Handelsverkehr. 8 bis 12 Salzstücke der vorbeschriebenen Art haben den Wert eines Talari (Maria-Theresiathalers).

Afrika ist in den inneren Gebieten salzarm, der Salzgenufs wird zum Teil als besonderer Luxus angesehen, den sich nur reiche Leute erlauben dürfen, oder man bedient sich des Salzes nur bei festlichen Gelegenheiten.

Soolquellen sind im Osten des Tanganikasees bekannt.

Westafrika.

An den Küsten Westafrikas wird Salz aus dem Meerwasser gewonnen, so an der Küste bei Sierra Leone an den Mündungen des Rio Pongos, Dembia und Dania, sowie auf der Insel Sherbro.

An den Küsten von Oberguinea wird aus dem Meerwasser viel Salz gewonnen[2]). Das Salz geht weit nach Afrika hinein, wo es in den Ländern des oberen Niger dem von den Randgebieten der Sahara kommenden Salze begegnet. Die Salzgewinnung und der Salzhandel sind in diesem Gebiete schon sehr alt. Zu den Hauptproduktionsstätten

---

[1]) *Z. f. pr. Geol.* 1898, S. 406.

[2]) *H. Seidel*, Salzgewinnung und Salzhandel in Togo, *Deutsche Kolonialztg.* 1898, 15, Nr. 26 u. 28; *Dr. Gruner*, ebenda 1898, Nr. 29.

Digitized by Google

der Sklavenküste gehört die grofse Lagune bei Quitta, die durch eine lange, schmale Nehrung vom Meere getrennt ist. Dieser sehr flache Streifen hat je nach der Jahreszeit einen wechselnden Wasserstand. In der trockenen Jahreszeit liegt der Boden des Haffs zum grofsen Teil trocken, während in der nassen Jahreszeit dort schwere Segelboote verkehren können. Dieser Wechsel tritt stellenweise schon mit der Windrichtung an ein und demselben Tage ein, so dafs die Lagune nachts bei herrschendem Landwinde auf weite Strecken trocken liegt, während am Nachmittag bei heftiger Seebrise alles wieder unter Wasser steht. Das Wasser wird dann in dünner Schicht über die am Frühmorgen noch gangbaren Flächen getrieben. Beim Zurücktreten des Wassers in der Nacht und unter den Strahlen der Morgensonne bedeckt sich die ganze Fläche mit einer weifsen Salzkruste, die sich wie frisch gefallener Schnee auf den grauen, thonigen Boden auflegt und sich in den Unebenheiten des Bodens stärker ansammelt. Dieses rohe Natursalz wird von den Küstenbewohnern eifrig gesammelt und in besonders dazu aufgestellten Salzhütten für den Handel nach dem Inneren des Landes aufbewahrt.

In der Regenzeit nimmt der Salzgehalt der Lagune durch die zuströmenden Flüsse und Bäche sehr ab. Dann verschafft man dem salzhaltigeren Ozeanwasser dadurch, dafs man an passenden Stellen Durchstiche durch die Nehrung herstellt, Zutritt in das Haff.

Ähnlich sind die Verhältnisse bei der westlich davon gelegenen Schongalagune bei Adda. Auch an der französischen Dahomeküste wird aus Lagunen und am flachen Meeresstrande viel Salz gewonnen. Hier legt man jedoch schon Salzgärten an, wodurch die Gewinnung ergiebiger wird. Das Salz hat sich in dem dortigen Handelsgebiete sehr eingebürgert.

Trotz der eigenen Produktion dieser Gebiete wird doch auch europäisches Salz seit Jahren dorthin eingeführt. Deutsch-Togo, dessen Küstenbildung für eigene Salzgewinnung aus dem Meere ungünstig ist, erhält deutsches Salz, in Säcken verpackt, meist über Hamburg. Es dient nicht nur zum Verbrauch der Küstenbewohner, sondern auch für die Binnenländer, wo besonders in der Regenzeit die Nachfrage durch das selbst gewonnene, grobkörnige Negersalz nicht befriedigt werden kann.

Nach Togo wurden im Jahre 1892 $1^1/_4$ Mill. *kg* Salz, im Jahre 1894 $1^1/_2$ Mill. *kg* verschifft. In den folgenden Jahren ist die Einfuhr infolge des Sinkens der Preise wesentlich zurückgegangen.

Das an den Küsten gewonnene Salz wird sackweise in Kanoes den Volta- oder Monofluſs aufwärts befördert. Überall, sowohl in den gröfseren Orten als auch in kleinen Negerdörfern findet man Salzlagerplätze als Ausgangsstelle und Grundlage für den Handel, bei dem Salz als Zahlmittel gilt. In salzarmen Gegenden, wie in Gurma, ist Salz neben Messing das einzige Geld, das überall und zu jeder Zeit gern

Digitized by Google

genommen wird. Der Hauptstapelplatz ist die Stadt Kete-Kratschi am Volta. Dort ist im März der Hauptmarkt für das Salz.

Bei dem Karawanentransporte wird das Salz in kugelförmigen, mit Bastgeflecht umwickelten Lasten zu etwa 20 *kg* verpackt. Eine Last kostete 1896 3 *Mk.* 50 *Pf.*, das Pfund etwa 9 *Pf.* Nach dem Inneren zu steigert sich der Preis wesentlich und beträgt z. B. auf den Märkten zu Atakpane für die Last 10 *Mk.* oder etwa 25 *Pf.* das Pfund.

Südafrika.

Auf der Ostseite Südafrikas treten im Flufsgebiete des Sambesi Salzseen, salzige Quellen und Salzflüsse auf.

Auch im Kaplande in den Hochthälern (Karroos) treten zahlreiche Salzseen auf, die als *zout pans* bezeichnet werden. Besonders ergiebig ist ein grofser See im Gebiete von Zwellendam, wo sich das Salz in starken Krusten absetzt und gewonnen wird.

Auch in der Nähe von Kapstadt, nicht weit von der Küste, kommen zahlreiche Salzseen vor, die eine leichte Salzgewinnung ermöglichen. Andere liegen in der Nähe von Port Elizabeth, z. B. 2 *km* östlich von Swartkops River die Grofse Salzpfanne (*Grootpan*), die von einer besonderen Gesellschaft ausgebeutet wird und vorzügliches Salz in verschiedener Körnung liefert (s. zweiten Teil). Trotz des eigenen Salzreichtums wird noch viel Salz im Kaplande eingeführt. Die Produktion im Kaplande wird im Jahre 1895 zu 1183 *t* angegeben.

Ein bedeutender, kraterähnlicher Salzsee liegt in Transvaal, etwa 50 *km* nördlich von Pretoria, der viel Salz liefert.

Auch in der Wüste, nördlich vom Oranjeflusse, sind Salzseen bekannt. Ein Nebenfluſs des Oranjeflusses fliefst durch Salzsümpfe, aus denen Littaku mit Salz versorgt wird.

Auf Madagaskar kommen Salzsümpfe mit heifsen Quellen im nördlichen Teile von Betsileo vor. An der Bai von Ampasilava, nahe bei der Mündung des St. Vincentflusses, wird Salz aus einer Lagune gewonnen (s. zweiten Teil).

Auf den Kap Verdischen Inseln wird aus dem Meerwasser Seesalz bereitet, das zur Ausfuhr gelangt. Die Küsten sind dazu besonders geeignet. Die Inseln Sal, Mayo und Bonavista liefern viel Salz, auch die Insel Brava.

Auch auf den Canarischen Inseln wird Seesalz gewonnen.

Amerika.

Vereinigte Staaten von Nordamerika.

Die Salzgewinnung, die sich in früherer Zeit hauptsächlich auf die Meeresküsten und die dortige Seesalzgewinnung beschränkte, hat

Digitized by Google

auch im Inneren des Landes eine grofse Bedeutung erlangt, nachdem bedeutende Steinsalzlager erschlossen sind und in umfassender Weise die Soolquellen des Landes benutzt werden.

An erster Stelle für die Salzgewinnung steht der Staat New-York mit bedeutender Steinsalzproduktion. Mehr als ein Drittel des Bedarfs der Vereinigten Staaten wird von dort aus gedeckt. Hervorragend ist ferner die Salzgewinnung in den Staaten Michigan, Ohio und Pennsylvanien. Wichtige Salzvorkommen sind in Texas, in Kansas, wo zu einem Dritteil Steinsalz, im übrigen Siedesalz gewonnen wird. Auch Utah und Virginia haben bedeutende Salzgewinnung. Weniger bedeutend ist die Gewinnung in Nevada, Indian-Territory und Illinois.

In Louisiana wird auf der Insel Petit Anse[1]) Steinsalz im Werte von etwa 100000 *Doll.* gewonnen. Das Salzlager daselbst ist seit Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt. Es liegt $4^1/_2$ bis 6 *m* unter der Oberfläche und wird von Lehm, Sand und Kies bedeckt. Das Salz ist trocken, fest, von zuckerartiger Struktur, gleichförmig im ganzen Lager und sehr rein. Analysen ergaben:

Chlornatrium	98,73 und 99,88	
Chlormagnesium	0,013 „ —	
Chlorcalcium	Spur „ Spur	
Schwefelsaures Calcium	1,192 „ 0,126	etwas Kieselsäure und Eisen.

Einzelne, 5 bis 15 *cm* breite, schwarze Streifen durchziehen das Lager. Durch einen 51 *m* tiefen Schacht wird es in mehreren Etagen abgebaut. Die Baue der oberen Sohle dehnen sich auf drei Hektare aus. Man sprengt zunächst 1,8 bis 2,4 *m* hohe Gallerien, Einbruchsörter, aus, die man dann bis auf 12 *m* Höhe ausarbeitet. Zwischen den einzelnen Gallerien bleiben breite Pfeiler zur Unterstützung stehen.

Das Salz wird über Tage zerkleinert und in acht Korngröfsen in den Handel gebracht. 1887 wurden 44706 *kg* gefördert.

Soolquellen treten in der Nähe von Natchitotches, bei dem Orte Saline, auf.

In Nevada ist Humboldts Salzwerk[2]) bei Austin zu nennen. Man baut oberflächlich auf einer 20 *miles* langen (1 *mile* = 1,61 *km*) und 12 *miles* breiten Salzablagerung, deren oberste Schicht von 18,3 *cm* Stärke aus festem Steinsalz besteht, während die darunter liegende 94,1 *cm* starke Schicht eine klebrige Schlammmasse ist. Unter dieser liegt Steinsalz, dessen Mächtigkeit noch nicht nachgewiesen ist.

In gröfserer Tiefe ist das Steinsalz zunächst in Virginien bei der Stadt Abingdon in Silurschichten aufgefunden worden. Später ist es

[1]) *P. J.* 1888, **269**, 573.
[2]) *Berggeist* 1870, Nr. 28.

Digitized by Google

auch im weiteren Verlaufe der Alleghany-Mountains erschlossen worden. Soolquellen sind schon seit langem in den Staaten New-York, Pennsylvanien, Ohio, Virginien, Kentucky und Tennessee bekannt und werden zur Salzgewinnung benutzt.

Bedeutend sind die Onondagaquellen im Staate New-York mit den Salinen zu Syracusa, Salina, Liverpool und Geddesburgh zwischen Rochester und Utica und die Montezumaquellen im Gebiete von Cayuga. In Pennsylvanien sind bei Pittsburg und Conemaugh Soolquellen, die zur Salzgewinnung dienen. In Ohio liegen Salinen zu Jackson, Zanesville, Muskingum und an anderen Orten. In Virginien sind besonders die Kanawhasalinen zu nennen und die von Holston, in der Nähe von Saltville. Im Staate Michigan liegen bedeutende Salinen bei der Stadt Saginaw, in denen schwache Soolen durch die Abdämpfe der Dampfsägewerke versotten werden. Im Staate Tennessee werden zu Campbell, nahe bei dem Zusammenfluſs des Tennessee- und Holstonflusses, Soolquellen benutzt, im Staate Kentucky bei Montezuma, Groſse Creek und Little Sand, in Illinois zu Shawentown am Ohio und bei Brownsville (Muddysalinen). In Missouri liegen Salinen am Merrimak, bei Franklin, Herculaneum und St. Geneviève.

Reiche Soolquellen treten in dem Staate Kansas zu Tage, besonders in den Flusthälern der Nescutunga und Salina. Bei trockener Jahreszeit dehnen sich dort weite Salzflächen aus, die beim Zurücktreten der Flüsse in den Flusbetten entstehen.

In Texas wird Salz aus Seen, aus Soolquellen und aus dem Meere gewonnen. Auf der Insel Padre sind Lagunen, in denen sich bei trockener Jahreszeit Salz absetzt.

Die Produktion der Vereinigten Staaten war [1]):

	1895			1896		
	Menge	Wert		Menge	Wert	
	$t = 1000\,kg$	überhaupt *Doll.*	auf 1 t *Doll.*	$t = 1000\,kg$	überhaupt *Doll.*	auf 1 t *Doll.*
Steinsalz	277 443	828 954	2,98	279 184	711 919	2,55
Siedesalz	1 535 591	5 643 383	3,61	1 416 846	4 828 179	3,41
zus. . .	1 813 034	6 472 337		1 696 030	5 540 098	

Neuere Ermittelungen geben die Salzproduktion im Jahre

1896 zu 1995017 t im Werte von 2,67 $, \\
1897 „ 1670592 „ „ „ „ 2,91 „

die Tonne an [2]).

[1]) Nach *R. P. Rothwell, The mineral Industry* 5; *Ö. Z.* 1897, **45**, 406.
[2]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 457.

Digitized by Google

Von der Produktion im Jahre 1895 von

	13670000	*Barrels*	(zu 280 *engl. Pfund*)	im Werte
von	4423000	*Dollars*,	kommen	
	2089600	*Barrels*	auf Steinsalz von 7 Gruben im Staate New-York,	
	6000	„	„	„ aus Utah,
das übrige	11574400	„	„	Siedesalz aus Soolen von 35 Salinen,
darunter	983000	„	„	Sonnensalz[1]).

Canada.

Canada hat Salzlager hauptsächlich bei Goderich im Obersilur; auch an anderen Orten, in Ontario, in Neu-Braunschweig, in Britisch-Columbien kommt Salz vor und wird ausgeführt.

Die Salzproduktion Canadas wird für 1895 zu 54448 *t* angegeben[2]).

Mexico.

Mexico hat Salzgewinnung aus dem Meerwasser an den heifsen Küstenstrichen, z. B. bei Manzanillo im Staate Jalisco und an den Mündungen des Tehuantepec und Chimalapa, auf der Ostseite von Yucatan bei Campêche, ferner zu Tamiahua und Tampica in grofsen Lagunen, sowie aus den Salzablagerungen früherer Seen auf der mexikanischen Hochebene, z. B. auf der Hochebene von Zacatecas, wo die Laguna del Peñon blanco ausgebeutet wird. Dies Salz ist weniger rein und wird an die Amalgamirwerke verkauft.

Auf San Domingo führt der Neybaberg[3]) in der Provinz Neyba sehr reines Steinsalz. Er ist 500 *m* hoch und hat am Fufse 13 *km* im Umfange.

Eine Salzanalyse ergab folgende Zusammensetzung:

Chlornatrium	97,862 *Pzt.*,
Schwefelsaures Calcium	1,033 „
Chlormagnesium	0,110 „
Chlorcalcium	0,072 „
Wasser	0,467 „
Kalium	Spuren
Unlösliches	0,393 „

[1]) Nach dem 17. Jahresberichte der *United States Geological Survey Gf.* 1897, S. 933.

[2]) Nach den *Reports of the Division of Mineral Statistics and Mines of Canada* in dem *General Report upon the Mineral Industry of the United Kingdom of Great Britain and Ireland for the year* 1895.

[3]) *Ö. Z.* 1892, 40, 551.

Digitized by Google

Südamerika.

In Venezuela[1]) ist Salz ein Hauptprodukt des Landes, wodurch viele Menschen beschäftigt werden. Die Gewinnung geschieht aus dem Meerwasser. An den flachen Küsten liegen die Verdampfungsbassins, die z. B. auf der Insel Coche (bei Margarita) 1544 *m* lang, 820 *m* breit und 1 *m* tief sind. Vom Meere werden sie durch einen 800 *m* breiten Landstreifen getrennt, den ein Speisungskanal durchschneidet. Im Januar und Februar beginnt die Krystallisation, in den beiden folgenden Monaten wird das Salz gesammelt. Die Salzkruste wird bis zu 10 *cm* stark. Die Arbeit dauert fünf bis sechs Monate und liefert jährlich bis zu 18000 *t* Salz.

Reich an Steinsalz ist die Gebirgskette der Anden in Peru, Bolivia und Argentinien. In dem abflußlosen Hochplateau von Atacama und der Puna (Argentinische Republik) wird Salz aus zahlreichen, teils im Hochgebirge, teils in der Ebene gelegenen Seen (Salinas) gewonnen[2]), z. B. zu Tucuman, Cordoba, Catamarca, Santiago del Estero, Piganaco und Steinsalz zu Rio de la Sal, Provinz San Juan. Der in 3822 *m* Höhe im Andengebirge gelegene Titicacasee, auf der Grenze von Peru und Bolivia, ist ein Salzsee. Nicht nur der Westabfall nach der brasilianischen Ebene zu, auch der Ostabfall der Anden nach der Küste zu ist Salz führend, z. B. bei Huaura, nördlich von Lima, sowie zu Maynas an beiden Ufern des Huallaga, zwischen Huanco und Moyabamba. Südlich von Lima bei Chilcha ist der Boden mit starken Salzrinden bedeckt. Weiter südlich in der Provinz Arequipa tritt an Stelle des Kochsalzes meist Natronsalpeter (Chilisalpeter) auf, dessen Hauptablagerungen zwischen Tarapaca und Iquique zu finden sind. Auf der Ostseite der Anden in Chile begegnet man, ebenso wie in Argentinien, zahlreichen Salzquellen und Salzrinden, die den Boden bedecken, so in der Wüste von Copiapa, die sich an die von Atacama anschließt. Auf der Ebene von Coquimbo dehnen sich die Salzrinden bis zu 30 Meilen in der Länge und mehrere Meilen in der Breite aus. Salzwasserseen liegen in den Provinzen Colihagua und Maule, bei Rancagua, z. B. die Seen Aculeu und Bucalema. Auch viele Salzlagunen am Meere dienen zur Salzgewinnung.

In Peru wird die Salzgewinnung zur Zeit als Staatsmonopol betrieben[3]). Im Jahre 1896 sind rund 169000 *t* Salz im Lande gewonnen worden, davon sind 83800 *t* ausgeführt, von dem übrigen sind 78200 *t* im Lande als Speisesalz, 7000 *t* zu industriellen Zwecken verbraucht.

---

[1]) Nach *Colliery Guardian*. *B.- u. H. Z.* 1896, S. 142.
[2]) *Brackebusch*, *Pr. Z.* 1893, **41**, 37.
[3]) *Eng. a. Min.-J.* 1898, Mai. *Z. f. pr. G.* 1898, S. 268.

Digitized by Google

Von dem ausgeführten Salz gingen

15000 *t* nach Columbia,
55000 „ „ Chile,
13800 „ „ Ecuador.

Von den Hochgebirgen der Anden aus, östlich durch die Pampas Argentiniens bis zur östlichen Meeresküste am Atlantischen Ozean dehnen sich die Salzablagerungen und Salzseen aus. Reiche Lager sind z. B. bei Carmen am Rio-Negro nahe bei der Küste mit 88,78 bis 98,42 *Pzt.* Chlornatrium [1]). Bei Bahia blanca treten dagegen Glaubersalzlager auf.

In Patagonien sind ebenso wie in den Pampas viele Seen zerstreut, in denen sich Salzwasser sammelt und in der trockenen Jahreszeit Kochsalz absetzt.

In Brasilien wird an den Küsten des Atlantischen Ozeans, z. B. in Sergipe, Seesalz gewonnen. Im Inneren des Landes kommen Salzseen und Salzlager vor, die ausgebeutet werden. Die besonders nach Regengüssen entstehenden Salzausblühungen und Salzrinden werden in 2 bis 3 *cm* Stärke abgekratzt und mit Fluſs- oder Regenwasser ausgelaugt, die Lauge in flachen Trögen oder ausgespannten Rindshäuten eingedünstet. Die ausgelaugte Erde wird wieder ausgestreut und nimmt von neuem Salz auf. Salzgewinnungsorte (Lagoas und Salinas) liegen z. B. in der Provinz Bahia, wo sich zahlreiche derartige Salzlager in den Fluſsgebieten des Rio San Francisco zwischen dem Rio do Salitre und der Stadt Urubu befinden. Das Salz geht von hier aus auch weiter nach dem Inneren des Landes. Die Gewinnung vollzieht sich besonders in den Monaten Juni bis September. Ebenso wird in den Provinzen Goyáz und Matto Grosso, besonders am Rio Paraguay, Salz gewonnen, und im nordöstlichen Teile Brasiliens, in der Provinz Rio Grande do Norte, liegen bedeutende Salinas bei den Orten Macáo und Assu.

Australien.

Australien hat an den Küsten Seesalzgewinnung, z. B. bei Port Adelaide. Weiter von der Südküste ab treten Salzseen auf, wie der Torrens Lake, der in der Fortsetzung des Spencer Golfs liegt, und zahlreiche Salzseen im Inneren des Landes.

Auf der Insel Tasmania (Van Diemens Land) wird Seesalz, z. B. in der Friedrich Heinrich-Bay und bei Hobart Town, gewonnen. In der Nähe von Bothwell und Rofs treten auch Soolquellen auf.

Für Südaustralien wird die Salzproduktion im Jahre 1894 zu 7747 *t* angegeben.

---

[1]) *D. Kolonialztg.* vom 1. September 1885, S. 557.

Digitized by Google

Die Produktion von Steinsalz, Siedesalz, Seesalz und Seensalz der wichtigeren Salz erzeugenden Länder, soweit eine Statistik bekannt ist, ist folgende:

Großbritannien und Irland (1896)		2054836 *t*,
Nordamerika (Vereinigte Staaten) (1896) . .		1995017 „
Rußland mit Sibirien (1895)		1547910 „
Deutschland (1896)		1306353 „
Frankreich mit Algier und Tunis (1896) . .		1042000 „
Indien u. britische Besitzungen in Asien (1893)		853000 „
Japan (1893)		735000 „
Spanien (1896)		521751 „
Österreich mit Galizien (1896)	308933 *t*	
Ungarn mit Siebenbürgen (1895)	159500 „	482153 „
Bosnien und Herzegowina (1896)	13720 „	
Italien (1896)		451829 „
Türkei (1893)		203128 „
Peru (1896)		168000 „
Rumänien (1893)		117000 „
Canada (1895)		54448 „
Schweiz (1896)		44000 „
Griechenland		25000 „
Australien (1894)		7747 „
zusammen . .		11609172 *t*.

Ein großer Teil des gewonnenen Steinsalzes wird zur Erzeugung von Siedesalz verwendet.

Der Salzverbrauch zu Speisezwecken berechnet sich auf den Kopf der Bevölkerung:

In Frankreich zu	5,2 *kg*,
„ Italien zu	6,25 „
„ Deutschland zu	7,3 „
„ Deutsch-Österreich zu	7,7 „
„ Rußland zu	8,5 „
„ England zu	12,5 „
„ Nordamerika zu	15 „

Schätzt man die Speisesalzerzeugung oder den Speisesalzverbrauch auf der ganzen Erde nach der Bevölkerungsmenge, diese zu 1500 Millionen angenommen, und rechnet einen jährlichen Salzverbrauch von 7 *kg* auf den Kopf, so ist das Ergebnis ein jährlicher Salzbedarf von 10500000 *t*; das ist eine feste Salzmasse von etwa 5 Mill. *cbm*.

Rechtsverhältnisse.

Salzgewinnung und Salzhandel sind nicht überall frei und unbeschränkt. Viele Staaten haben das Salz von Alters her als wichtige

Digitized by Google

Einnahmequelle benutzt und sich die Salzgewinnung (Salzgewinnungsmonopol) oder wenigstens den Handel mit Salz (Salzhandelsmonopol) ausschliefslich vorbehalten, oder Salzgewinnung und Salzhandel sind mit Abgaben belegt worden. Um die eigene Salzgewinnung zu schützen, haben die Länder mitunter die Einfuhr fremden Salzes ausgeschlossen oder durch einen die Inlandsteuer übersteigenden Grenzzoll zu beschränken gesucht.

In vielen Bundesstaaten des Deutschen Reiches besteht zur Zeit das Salzgewinnungsmonopol des Staates[1]), nämlich im Königreich Sachsen, in Baden, Sachsen-Weimar, Anhalt, Mecklenburg-Schwerin[2]), Schwarzburg-Sondershausen[3]), Schwarzburg-Rudolstadt, Braunschweig, Sachsen-Meiningen, Gotha, Lübeck, Sachsen-Altenburg, Schaumburg-Lippe. Jedoch kann in diesen Staaten an einzelne oder an Gemeinschaften eine Konzession erteilt werden.

Das Salzgewinnungsmonopol besteht ferner in Österreich, in Rumänien, in Serbien, in Griechenland, in China. In Japan (Berggesetz vom Jahre 1873) ist das Salz Eigentum der kaiserlichen Regierung. Nur Unterthanen des Japanischen Reiches dürfen schürfen und Salzbergwerke betreiben oder besitzen, wozu ihnen ein Grubenfeld auf 15 Jahre verliehen wird. Die Regierung kann aber jeden Salzfund für sich zur Ausbeutung in Anspruch nehmen.

In Preufsen bestand bis zum Jahre 1868 das Salzhandelsmonopol, das ausschliefsliche Recht des Staates den Handel mit Salz zu betreiben. Am 1. Januar 1868 wurde dafür eine Salzsteuer von 12 *Mk.* auf 100 *kg* Speisesalz eingeführt, während für Vieh- und Gewerbesalz nur eine Kontrollgebühr (jetzt 7 *Pf.* für 100 *kg*) zu entrichten ist. Salzlager und Soolquellen fallen unter die Bergbaufreiheit und müssen gemäfs dem Berggesetze vom 24. Juni 1865 durch Verleihung des Staates jedermann zur Ausbeutung überlassen werden. Nur im Gebiete des ehemaligen Königreichs Hannover hat der Grundeigentümer über Salz und Soolquellen zu verfügen[4]). Ähnlich wie in

[1]) Deutsches Reich: Salzlagerstätten und Soolquellen. *Z. f. B.* 1894, 35, 438.

[2]) Die der Regierung von Mecklenburg-Schwerin nach der Verordnung vom 16. Mai 1879 zustehenden Rechte sind durch Vertrag vom 24. November 1894 einem Privatunternehmer (Sholtow Douglas in Berlin) auf die Dauer von 89 Jahren übertragen worden. Dieser besitzt jetzt das Salzgewinnungsmonopol im ganzen Grofsherzogtum mit Ausschluſs des der Gesellschaft „Mecklenburgische Kalisalzwerke Jessenitz" gehörenden Bergwerks Jessenitz und der Soolquellen der grofsherzoglichen Saline Sülze (*Z. f. B.* 1895, 36, 176, ferner 33, 201; 35, 442). Die Salzaufschlüsse liegen bei Lübtheen und Jessenitz.

[3]) Die Berechtsame der Salzgewinnung für die ganze Unterherrschaft Sondershausen hat die Gewerkschaft Kaliwerk „Glückauf" bei Sondershausen.

[4]) Durch Gesetz vom 14. Juli 1895 sind einzelne Teile des Pr. Allgem.

Digitized by Google

Preufsen ist das Salzgewinnungsrecht in den übrigen deutschen Bundesstaaten und im Reichslande Elsafs-Lothringen geregelt, mit Ausnahme der oben genannten, die das Staatsmonopol haben. In Preufsen wurde 1894 versucht, wenigstens für Kalium- und Magnesiumsalze das Staatsmonopol einzuführen. Die Gesetzesvorlage fand jedoch bei der Landesvertretung keine Mehrheit. Man fürchtete fiskalische Interessen und wünschte das Gebiet vorteilhafter Privatkapitalanlagen nicht eingeschränkt zu sehen. Auch fand man Schwierigkeiten in der Ausdehnung des Monopols auf die Provinz Hannover.

Die Verleihung des Steinsalzes schliefst das Gewinnungsrecht für Kalium- und Magnesiumsalze, die mit dem Steinsalz zusammen vorkommen, ein. Bei dem neuerdings entstandenen starken Wettkampfe im Aufsuchen von Kaliumlagerstätten im Gebiete der Bergbaufreiheit kommt es deshalb in erster Linie darauf an, überhaupt auf Salz fündig zu werden, und zwar auf Steinsalz, da dieses die Grundlage für eine Verleihung bildet. In Preufsen und den Gebieten mit ähnlicher bergrechtlicher Bestimmung ist eine Mutung auf Kalium- und Magnesiumsalze ungültig, da diese nicht für sich verliehen werden. Soolquellen werden für sich verliehen.

In Reufs j. L. besteht nach dem Berggesetze vom 9. Oktober 1870 die Bergbaufreiheit nach preufsischem Muster auch für Salz und Soolquellen. Indessen ist laut Urkunde vom 17. September 1821 das Salzgewinnungsrecht im ganzen Landesgebiete an den Hofrat und Salinendirektor *Glenck*, damals in Ludwigshalle in Hessen, übertragen worden und wird von dessen Erben und jetzt von der Aktiengesellschaft Vereinigte Thüringische Salinen ausgeübt (Saline Heinrichshall bei Köstritz). Dies hat zu Rechtsstreitigkeiten geführt[1]).

Das Salzhandelsmonopol besteht in den Schweizer Kantonen, von denen die Salzpreise festgesetzt werden. Die Gewinnung von Steinsalz und die Ausbeutung der Soolquellen ist entweder Kantonalmonopol oder Regal, und das Recht kann gegen Verleihung erworben werden, oder das Salz gehört dem Grundeigentümer.

Das ausschliefsliche Gewinnungsrecht auf Steinsalz, auf die mit ihm auf derselben Lagerstätte vorkommenden Salze und die Soolquellen hat der Staat im Kanton Waadt mit der Befugnis, das Gewinnungsrecht an andere zu verleihen. Ebenso ist im Kanton Aargau die Ausbeutung der Salzlager und der Verkauf der Salzprodukte Staatsregal. Zur Errichtung neuer Salinen bedarf es einer Konzession des Grofsen

---

Berggesetzes vom 24. Juni $\frac{1865}{1892}$ (Ges.-Samml. 1892, S. 131) auf den Steinsalz- und Kaliumsalzbergbau in der Provinz Hannover in Anwendung gebracht worden. Es sind dies die Bestimmungen der §§ 58, 59, 60—63, 66—79, 80—93, 135—147, 241, 148—152, 153—155, 165—186, 187—195, 196—209a, 242 mit einigen Einschränkungen bei den §§ 135, 152 u. 167.

[1]) *Laband* in *Z. f. B.* 1879, 20, 22.

Digitized by Google

Rates. Ein Verfassungsartikel bestimmt, dafs die Staatsverwaltung die bestehenden Salinen übernehmen soll. Gegenüber den der Aktiengesellschaft der Schweizerischen Rheinsalinen zu Rheinfelden gehörigen drei Salinen zu Rheinfelden, Ryburg und Kaiseraugst bleibt jedoch bis zum Ablauf der Konzession am 1. Januar 1907 die Verfassungsbestimmung aufser Anwendung.

Ähnlich sind die Verhältnisse im Kanton Baselland geregelt. Dem Hofrat *Glenck* ist dort im Jahre 1834 für das ganze Kantonsgebiet eine Konzession auf 70 Jahre zur Ausbeutung des Salzes vom Staate verliehen worden. Auf Grund dieser Konzession ist die Saline Schweizerhall entstanden [1]).

Auch in Spanien und Portugal ist eine Konzession zur Salzgewinnung auf Grund des Regals erforderlich.

In England, Rufsland und Italien (mit Ausnahme einzelner Gebiete) gehört das Salz dem Grundeigentümer. Auf den Staatsländereien werden in der Regel an Unternehmer Konzessionen auf 99 Jahre erteilt.

In Bulgarien (Berggesetz vom 12./24. December 1891) gehören Steinsalz, sammt Soolquellen und anderen Salzen, die in ihnen gefunden werden, dem Staate und können von anderen auf Grund einer Verleihung ausgebeutet werden.

In Mexico (Berggesetz vom 22. November 1884) werden Steinsalz und die übrigen ähnlichen Substanzen jedermann zur Ausbeutung verliehen. Dem Grundeigentümer gehören „die in der Erdoberfläche enthaltenen Salze, süfse und salzige Wasser auf und unter der Erdoberfläche"; sie können ohne Verleihung ausgebeutet werden.

Wo der Staat das ausschliefsliche Gewinnungsrecht des Salzes hat, da überläfst er den Handel wohl bestimmten Gesellschaften (Monopolgesellschaften), die den Vertrieb besorgen (z. B. Griechenland).

Die Rechtsverhältnisse der Salzgewinnung sind gewöhnlich durch die besonderen Berggesetze geregelt.

Die auf die Salzgewinnung sich beziehenden Gesetze sind folgende:

Deutschland:

Königr. Preufsen, Berggesetz vom 24. Juni 1865 und 1892 (Bergbaufreiheit, in der Provinz Hannover: Recht des Grundeigentümers).

Königr. Bayern, Berggesetz vom 20. März 1869 (Bergbaufreiheit).

Grofsherzogt. Baden, Gesetz vom 14. Mai 1828 und Berggesetz vom 22. Juni 1890 (Salzregal).

Königr. Württemberg, Berggesetz vom 7. Oktober 1874 (Bergbaufreiheit).

---

[1]) *Brassert*, Das Bergrecht der Schweiz, *Z. f. B.* 1895, **36**, 1.

Digitized by Google

Grofsherzogt. Hessen-Darmstadt, Berggesetz vom 28. Jan. 1876 (Bergbaufreiheit).

Königr. Sachsen, Berggesetz vom 16. Juni 1868 (Salzregal).

Herzogt. Braunschweig, Berggesetz vom 15. April 1867 (Bergbaufreiheit), Gesetz vom 19. Mai 1894 (Salzregal).

Herzogt. Anhalt, Berggesetz vom 30. April 1875 (Bergbaufreiheit), Gesetz vom 4. April 1883 (Salzregal).

Grofsherzogt. Mecklenburg-Schwerin, Verordnung vom 16. Mai 1879 und Reskript vom 29. November 1894 (Salzregal).

Herzogt. Sachsen-Altenburg, Berggesetz vom 18. April 1872 (Bergbaufreiheit), Gesetz vom 18. Mai 1896 (Salzregal).

Herzogt. Sachsen-Meiningen, Berggesetz vom 17. April 1868 (Bergbaufreiheit), Gesetz vom 1. Juli 1894 (Salzregal).

Herzogt. Sachsen-Coburg-Gotha, Berggesetz vom 16. August 1868, für Gotha: Gesetz vom 9. August 1894 (Salzregal), für Coburg: Gesetz vom 23. November 1895 (Salzregal).

Fürstent. Schwarzburg-Sondershausen, Berggesetz vom 6. März 1894 (Salzregal).

Fürstent. Schwarzburg-Rudolstadt, Berggesetz vom 20. März 1894 (Salzregal).

Grofsherzogt. Sachsen-Weimar, Berggesetz vom 22. Juni 1857 (Bergbaufreiheit betreffs des Salzes beschränkt).

Fürstent. Birkenfeld (des Grofsherzogt. Oldenburg), Berggesetz vom 18. März 1891 (Bergbaufreiheit).

Fürstent. Reufs j. L., Berggesetz vom 9. Oktober 1870 (Bergbaufreiheit, Verleihung an *Glenck*).

Fürstent. Schaumburg-Lippe, Gesetz vom 29. April 1897 (Salzregal).

Freie Stadt Lübeck, Berggesetz vom 28. Oktober 1895 (Salzregal).

Fürstent. Waldeck-Pyrmont, Gesetz vom 1. Januar 1869 (preufs. Berggesetz, Bergbaufreiheit, mit Ausnahme der Soolquellen).

Reichslande Elsafs-Lothringen, Berggesetz vom 16. December 1893 (Bergbaufreiheit).

Das Salzregal besteht auf Grund des gemeinen Berggewohnheitsrechtes aufserdem in Oldenburg, Mecklenburg-Strelitz, Hamburg, Bremen, auf Grund älterer Berggesetze in Lippe-Detmold (Berggesetz vom 30. September 1857), Reufs ä. L. (Gesetz vom 1. April 1857).

Österreich, Berggesetz vom 23. Mai 1854 (Salzregal).

Bosnien und Herzegowina, Berggesetz vom 14. Mai 1881 (Salzregal).

Frankreich, Berggesetz vom 21. April 1810 (Konzession) (bis 17. Juni 1840 Salzregal).

England, Recht des Grundeigentümers.

Digitized by Google

Rufsland, Berggesetz vom Jahre 1857, auf Staatsländereien Verleihung (Kronswerke), sonst Recht des Grundeigentümers (Privatwerke).

Spanien, Berggesetz vom 6. Juli 1859 (Salzregal).

Portugal, Berggesetz vom 31. December 1851 (Salzregal).

Italien, sardinisch-lombardisches Gesetz vom 20. November 1859,
Gesetz für das Herzogtum Lucca vom 3. Mai 1847,
„ „ Modena und Reggio vom 8. August 1808,
„ „ Neapel und Sicilien vom 17. Oktober 1826,
„ „ Parma, Piacenza und Pontremoli vom 21. Juni 1852,
entsprechend dem französischen Berggesetz (Konzession).
„ „ Venedig und Mantua vom 23. Mai 1854 (österreichisches Berggesetz, Salzregal).

Schweiz, Kanton Aargau, Gesetz vom 19. März 1873 (Salzregal).
„ Basel-Land, Gesetz vom 7. Febr. 1876 „
„ Basel-Stadt, Gesetz vom 26. Jan. 1891 „
„ Waadt, Gesetz vom 6. Februar 1891 „
„ Bern, Gesetz vom 17. März 1853 „

Serbien, Berggesetz vom 15. April 1866 (Bergbaufreiheit) (Salzregal).

Rumänien, Berggesetz vom 20. April 1895 (Titel X, Salzregal).

Bulgarien, Berggesetz vom 12./24. December 1891 (Salzregal).

Türkei, Berggesetz vom 17. Juli 1861 (nach dem französischen Berggesetze vom 21. April 1810) (Salzregal).

Griechenland, Berggesetz vom 22. August 1861 (nach dem französischen Berggesetze vom 21. April 1810) (Salzregal).

Vereinigte Staaten von Nordamerika, revidirte Verfassung vom Jahre 1874, Titel XXXII, Kap. 6 (auf Staatsländereien Bergbaufreiheit, sonst Recht des Grundeigentümers).

Britisch-Columbien, Berggesetz vom Jahre 1884 (Verleihung).

Canada, auf Staatsländereien Verleihung.

Brasilien, nach älteren portugiesischen Gesetzen (Verleihung).

Chile, Berggesetz vom 10. Dezember 1888 (Recht des Grundeigentümers).

Mexico, Berggesetz vom 22. November 1884 (Verleihung; für Soolquellen, salzige Wasser und Erdsalz Recht des Grundeigentümers).

Japan, Berggesetz vom 20. August 1873 (Salzregal, Verleihung vorbehalten).

Tunis, Verordnung vom 10. Mai 1893 (Salzregal, Verleihung vorbehalten).

Congostaat, Verordnung vom 20. März 1893 (Salzregal, Verleihung vorbehalten).

Digitized by Google

Deutsche Schutzgebiete.

Deutsch-Südwestafrika, Verordnung vom 15. August 1889 und 6. September 1892 (Salzgewinnung unterliegt keiner Beschränkung, Recht des Grundeigentümers).

Damaraland, das Recht der Mineralgewinnung ist durch Konzession vom 12. September 1892 an die Gesellschaft South Westafrican Company Limited verliehen.

Kamerun, Verordnung vom 28. November 1892 (Salzgewinnung unterliegt keiner Beschränkung, Recht des Grundeigentümers).

Deutsch-Ostafrika (Recht des Grundeigentümers). Die Mineralgewinnung ist von einer Verleihung der kaiserl. Regierung abhängig. (Beschlüsse des Kolonialamtes. *D. Kolonialbl.* 1892, Jahrg. 2, S. 331.)

Schutzgebiet Neu-Guinea. Die Neu-Guinea-Compagnie hat das Recht, über Bergwerkseigentum und Grunderwerb zu verfügen. Statut der Neu-Guinea-Compagnie und kaiserl. Schutzbrief vom 17. Mai 1885.

Australien. In Neu-Süd-Wales, Viktoria und Südaustralien ist die Mineralgewinnung auf Kronländereien auch nach deren Veräufserung Regal. In Tasmanien und Neu-Seeland können die Ländereien zu Zwecken der Mineralgewinnung zurückgefordert werden, sonst (Queensland und Westaustralien) besteht das Recht des Grundeigentümers.

Neu-Süd-Wales, Gesetze von 1874, 1884 und 1894.

Queensland, Gesetz von 1882.

Viktorialand, Berggesetz von 1890.

Südaustralien, Berggesetz von 1893.

Westaustralien, Gesetz von 1892.

Tasmanien, Gesetz von 1893.

Neu-Seeland, Gesetz von 1891.

Die Mineralfelder werden auf eine verschiedene Anzahl Jahre verpachtet.

Zur Erwerbung der Salzbergbauberechtigung genügt in den deutschen Gebieten, wo die Bergbaufreiheit besteht, die Erfüllung der gesetzlichen Bedingungen über Mutung und Verleihung gemäfs der Berggesetze, vor allem der Nachweis des Minerals auf der natürlichen Lagerstätte, und zwar ist für jedes bestimmt begrenzte Berechtigungsfeld ein besonderer Fundpunkt erforderlich. Hieraus erklärt sich der Wetteifer in den Bohrungen auf Salz.

Wo das Recht des Grundeigentümers, wie in der Provinz Hannover, besteht, da ist der vorherige Nachweis des Salzvorkommens nicht erforderlich. Wer dort auf Salz bohren und eine Berechtigung für die Salzgewinnung unter Ausschliefsung anderer erwerben will, schliefst mit den Grundbesitzern in den einzelnen Gemeinden Verträge ab. Dabei wird für die Entziehung der Bodennutzung bei den Bohrungen eine Entschädigung gegeben, für die Überlassung des Abbaurechtes

Digitized by Google

wird in der Regel eine Förderzinsabgabe vereinbart, die, insbesondere für Kaliumsalze, auf etwa 4 bis 8 *Pf.* für 100 *kg* der verwerteten Salze bemessen wird. Daneben werden noch eine Reihe anderer Verpflichtungen übernommen, auch wohl im voraus eine baare Anzahlung geleistet.

In Gebieten, wo das Salzregal besteht, der Staat jedoch an Unternehmer das Recht der Salzgewinnung überlassen darf, wird in der Regel zunächst auch der Nachweis des Salzvorkommens gefordert werden. Dann aber werden dem Unternehmer auch wohl noch Bedingungen in allgemeinem Landesinteresse auferlegt.

Im Grofsherzogtum Sachsen-Weimar[1]) ist z. B. die Salzbergbauberechtigung an Privatunternehmer unter folgenden Bedingungen erteilt worden.

Für jeden Centner gefördertes Salz, das nicht zu Speisesalz verwendet wird, und für Soole, die nicht auf Speisesalz verarbeitet wird, ist der 20. Teil des Wertes des Rohproduktes zu zahlen. Reichen die Überschüsse eines Jahres zur Entrichtung der Abgabe nicht aus, so bleibt sie für den nicht gedeckten Teil unerhoben. Die gesetzliche Rohproduktenabgabe wird neben jener Abgabe nicht erhoben.

Der Unternehmer mufs in erster Linie die Bedürfnisse des Landes an Düngesalzen befriedigen und landwirtschaftlichen Vereinen einen um 10 *Pzt.* gegen den laufenden Preis geringeren Vorzugspreis einräumen, sofern die Bestellungen nicht den 10. Teil der Förderung übersteigen. Bei der Salzabgabe an die Landwirtschaft im Grofsherzogtum dürfen wegen etwaiger Frachtunterschiede gegen entfernter liegende Werke keine Preiszuschläge gemacht werden.

Von dem Reingewinn des Bergwerks und der dazu gehörigen Fabriken und sonstigen Anlagen ist der 10. Teil der Staatskasse binnen sechs Wochen nach der Feststellung des Reingewinnes zu zahlen. 5 *Pzt.* Zinsen von dem auf die Bohrungen, die Bergwerks- und sonstigen Anlagen verwendeten Kapitals werden bei der Berechnung des Reingewinns in Abzug gebracht.

Dieser staatliche Anteil am Reingewinn darf nicht dadurch geschmälert werden, dafs an chemische Fabriken und Aufbereitungsanstalten oder für diese an dritte Personen Förderungsprodukte zu einem geringeren Preise, als der im freien Verkehr geltende abgelassen werden.

Der Staat behält sich das Recht vor, innerhalb eines Zeitraumes von fünf Jahren nach dem Beginn der Förderung den 10. Teil des Bergwerks nebst Zubehör oder der ausgegebenen Aktien, Kuxe u. s. w. zu einem Preise zu erwerben, welcher dem 10. Teile der bis zu dem Zeitpunkte der Erwerbung thatsächlich in das Bergwerk nebst Zubehör verwendeten Kapitalbeträge, einschliefslich der Bohrkosten und des

[1]) *Industrie* 1898, S. 1003.

Digitized by Google

Betriebskapitals nebst 5 *Pzt.* Zinsen bis zu vier Jahren, vom Tage der Verleihung an gerechnet, entspricht.

Dieses Vorrecht wird durch eine Eintragung im Berghypothekenbuche und durch die Hinterlegung des 10. Teiles der Aktien oder Kuxe gesichert. Die hinterlegten Anteile haften überdies für alle Ansprüche der Staatskasse an den Unternehmer. Übernimmt der Staat die Anteile nach fünf Jahren nicht, so werden sie zurückgegeben.

Zur Sicherung aller sonstigen Verpflichtungen sind mündelsichere Werte im Betrage von 50000 *Mk.* zu hinterlegen. Diese Summe verfällt zu Gunsten der Staatskasse, wenn mit dem Abbau und mit der Kaliumsalzförderung nicht spätestens sechs Jahre nach der Konzessionserteilung begonnen wird, sofern dies nicht durch höhere Gewalt unmöglich geworden ist. Die hinterlegte Summe wird zurückgegeben, soweit sie nicht zur Erfüllung von Verpflichtungen verfallen war, wenn das Bergwerkseigentum losgesagt wird.

Im Deutschen Reiche fallen auch die Salinen unter die Berggesetze, die Reichsgewerbeordnung hat auf sie, wie auf die Bergwerke, wozu die Steinsalz- und Soolquellengewinnungsstätten gerechnet werden, nur beschränkte Anwendung. Sie gelten nicht als Fabriken, müssen vielmehr den Bergwerks-Aufbereitungsanstalten gleich geachtet werden, da bei ihnen nur eine Trennung der Bestandteile (des festen Salzes von dem lösenden Wasser) vorgenommen, keine chemische Umsetzung hervorgerufen wird[1]). Indessen hat die Gesetzgebung für die Salinen einzelne Rechte beschränkt, die den Aufbereitungsanstalten nach dem Berggesetze gewährt werden (z. B. Anspruch auf Grundabtretung).

Der geltende Rechtszustand verursacht den Salzbergwerken, Salinen und den mit der Verarbeitung der Salzprodukte beschäftigten Fabriken, besonders den Kalifabriken, bedeutende Schwierigkeit in Beziehung auf die Ableitung der salzigen Abwässer.

Die Flufsanlieger beanspruchen für sich das Recht ungestörten Fischfanges und die Benutzung des Flufswassers als Brauchwasser und sogar zu Trinkzwecken. Für die Salzwerke und Fabriken erscheinen die Flufsläufe als die natürlichen Ableiter ihrer Abwässer. Sollten die Rechte der Flufsanlieger ungeschmälert gewahrt bleiben, so bliebe nichts anderes übrig, als entweder ein grofses, das ganze Land durchziehendes Kanalnetz zur Ableitung nach dem Meere anzulegen, oder alle flüssigen Abwässer einzudampfen und die festen Rückstände in den Bergwerksbauen unterzubringen oder in die See zu befördern, da ein Versickernlassen der Abwässer in den Boden der Bodenkultur auf weite Erstreckungen hin Schaden bringen und die gerade zu Trinkzwecken geeigneten Quellwasser verunreinigen und versalzen müfste.

Eine solche Anforderung würde jedoch bis zur Vernichtung der

---

[1]) Die an den Kohlengewinnungsstätten errichteten Kokereien werden z. B. als Aufbereitungsanstalten angesehen.

Digitized by Google

hochbedeutsamen Industrie führen müssen, wenn die hohen Kosten einer derartigen Beseitigung der Abwässer nicht durch höheren Preis der Produkte gedeckt werden könnten. Eine derartige Verteuerung der Produkte würde dem gesammten Landesinteresse widersprechen. Dem gegenüber sind die Interessen der Flufsanlieger vielfach von geringerer Wichtigkeit. Die Gesetzgebung wird aus Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses die Grundlagen schaffen müssen, die geeignet sind, jene für die ganze Landeskultur und Volksernährung wichtige Industrie lebensfähig zu erhalten und ihre Produktionsbedingungen zu erleichtern. Dazu kommt, dafs ein hervorragendes öffentliches Interesse vorliegt, gesundes Wasser zur Verhütung von Krankheitsgefahren zu beschaffen, und dafs sich Flufswasser dazu am allerwenigsten eignet. Die Gesetzgebung würde vorzuschreiben haben, dafs die öffentlichen Gemeinwesen den Bewohnern gutes Quellwasser als Trinkwasser zu beschaffen hätten. Dann läge aber kein Hinderungsgrund mehr vor, die Ableitung salziger Abwässer in die Flufsläufe zuzulassen. Dies sollte vielmehr gerade gesetzlich geboten werden, während es verboten sein sollte, salzige Wasser im Erdboden versickern zu lassen. Für verminderten Fischfang wären Entschädigungen festzusetzen und beiden Teilen bei nachgewiesener Schädigung das Recht einzuräumen, die Abtretung und Erwerbung der Fischereiberechtigung zu erzwingen.

Begünstigend für das Recht der Ableitung salziger Abwässer in die Flufsläufe kommt in betracht, dafs die schädlichen Wirkungen der in den Flufswässern reichlich enthaltenen Fäkalien und verwesenden animalischen und vegetabilischen Stoffe durch die zufliefsenden Salzwasser gemindert werden, und dafs die Salzwasser dem Hauptzwecke, dem die öffentlichen Flüsse zu dienen haben, dem Transporte durch Erhöhung der Tragfähigkeit und Verminderung der Fähigkeit des Gefrierens dienlich sind.

Die zur Zeit schwebenden Prozesse gröfserer Städte (Magdeburg, Halle) gegen die Stafsfurter und Mansfelder Werke lassen erkennen, dafs die Rechtsbildung mit der Entwickelung der Industrie und deren Bedürfnissen nicht genügend Schritt gehalten hat.

Vorteilhaft erscheint es, wenn bei dem Bau neuer Schiffahrtskanäle auf die Abführung der salzigen Abwässer aus den Salzindustrie- und Bergwerksbezirken Rücksicht genommen werden könnte, so dafs nur wenige Flufsläufe auf kurze Erstreckung von den schädlichen Einflüssen der Salzwasser getroffen würden.

Einige neuere hannöversche Werke haben unter besonderen Bedingungen, bei deren Erfüllung eine schädigende Einwirkung als ausgeschlossen angenommen wird, die Erlaubnis zur Anlegung von Chlorkaliumfabriken und zur Ableitung salziger Abwässer in nahe Flufsläufe für bestimmte Mengen täglich zu verarbeitender Rohsalze erlangt[1]).

[1]) *Kuxenztg.* 1899, Nr. 17.

Digitized by Google

Salzbenennung.

Je nach der Verwendungsart unterscheidet man Speisesalz, Viehsalz, Gewerbesalz oder Fabriksalz und, wenn es zur Pflanzendüngung dient, Düngesalz. Das zu gewerblichen Zwecken bestimmte Salz heifst auch Industriesalz. Nach der Herkunft und der Art der Gewinnung unterscheidet man Steinsalz (*sel gemme*, *rock salt*), das bergmännisch gewonnene feste Salz, und Siedesalz (süddeutsch Sudsalz), das aus Lösungen durch Abdampfen des Wassers gewonnene Salz. Das bei freiem Verdunsten an der Sonne entstandene Salz nennt man Sonnensalz (*solar salt*). Das aus dem Meerwasser in den Meersalinen gewonnene Salz bezeichnet man als Seesalz, auch Baysalz (*sel marin*, *sea salt*, *bay salt*), das aus salzigen Binnenseen stammende als Seensalz, auch Schleppsalz, da es aus den Salzseen ausgeschleppt wird. Abscheidungen aus salzigen Quellen in Steppen und Wüsten werden als Steppen- oder Wüstensalz, auch Erdsalz, bezeichnet. Unter Krystallsalz versteht man das wasserhelle, von Beimengungen wesentlich freie Steinsalz, das auch zu Speisesalz vermahlen wird. Einbruchssalz, Firstensalz sind Bezeichnungen nach der Lagerung des Steinsalzes auf der Lagerstätte und der Gewinnungsart. Nach der Körnung des Siedesalzes unterscheidet man feinkörniges, mittelfeines, mittelgrobes und grobes Salz oder Grobsalz. Als Buttersalz wird das zum Salzen der Butter besonders geeignete Salz von feinem Korn bezeichnet. Das zum Salzen der Speisen an der Tafel gewöhnlich in feinerem Korn bereitete Salz wird Tafelsalz genannt. In England bezeichnet man das feinste Salz als Lump salt oder Stoved salt, daneben wird sehr feines Butter salt fabricirt, das gewöhnliche Salz heifst Common salt und das Grobsalz Fishery salt oder Coarse salt, das in mehr oder weniger grober Körnung gewonnen wird. Eine Mischung von Common und Butter salt ist für den Export bestimmt und heifst dort Calcutta salt.

Gegenüber dem klaren, körnigen Salz oder Blanksalz unterscheidet man geformtes Salz oder Formsalz, in Österreich Stöckel, Füderl, in Galizien Hurmanen. Es ist gewöhnliches, körniges Siedesalz, das in bestimmten Formen, gewöhnlich Kegelstutzen gepreſst, gedörrt und getrocknet wird, so dafs es festen Zusammenhalt bekommt und sich für weiteren Transport ohne besondere Verpackung eignet.

Neuerdings formt man auch Salz in Prismen oder Würfeln zu Briketten.

Salzabfälle sind der Pfannenstein (Pfannenkern), und Salzstein, Salzaufbrennungen auf den Böden der Siedepfannen, die zu Lecksteinen für das Vieh und zu anderen Zwecken benutzt werden, das Bordsalz, Salzansätze an den Borden der Salzsiedepfannen, der Salzschlamm, die ersten unreinen Salzabzüge beim Versieden der Soole.

Digitized by Google

Kehr- oder Fegesalz ist das bei der Salzbereitung abfallende, beim Transporte, beim Magaziniren und Verpacken verstreute Salz, das durch Zusammenfegen gesammelt wird und noch Verwendung finden kann, z. B. zum Auftauen des Eises, besonders für Strafsenbahnen, oder zum Anreichern von Soolen, in denen es von neuem gelöst wird. Badesalz enthält neben reichlichen Mengen von Chlornatrium die beim Abdampfen der Soole in dem Reste, der Mutterlauge, zurückbleibenden Mutterlaugensalze.

Verwendung des Kochsalzes.

Das Steinsalz verwendet man entweder so, wie es bergmännisch gewonnen wird, in festen Stücken, nach angemessener Scheidung von Beimengungen (gewöhnlich Anhydrit), oder zerkleinert und vermahlen als Speise-, Vieh- oder Gewerbesalz, oder zur Bereitung von Soolen und zwar dann entweder, indem es in festen Stücken gewonnen und in ärmeren Soolen, an einigen Küsten auch in Meerwasser, aufgelöst wird, oder indem man es unmittelbar auf der Lagerstätte durch Zuleitung süfser Wasser oder schwacher Soolen in Bohrlöchern, die von Tage bis auf das Lager niedergebracht sind, oder in bergmännisch vorgerichteten Räumen (Soolörtern, Soolkammern, Sinkwerken) auflöst.

Die unmittelbare Verwendung des Steinsalzes als Speisesalz, selbst der reineren krystallhellen Lagen, hat sich entgegen den anfänglichen Erwartungen, die angesichts der in den 50er Jahren in Deutschland gemachten bedeutenden Steinsalzaufschlüsse gehegt wurden, nicht einbürgern können. Das harte, krystallinische, die Auflösung erschwerende Korn machen es als Tafelsalz unbeliebt. Die Festigkeit und der stärkere Gyps- oder Anhydritgehalt verleihen ihm ein gröfseres Gewicht als dem lockeren voluminösen Siedesalz, so dafs letzterem schon allein aus diesem Grunde von den Abnehmern der Vorzug gegeben wird. Bei Abwägung der Vorzüge des Siedesalzes gegenüber dem Steinsalze ist aber besonders zu berücksichtigen, dafs dem Siedesalze immer geringe Mengen Mutterlaugensalze anhaften, die für die Ernährung bei Menschen und Vieh Bedeutung haben und in dem Steinsalze in der Regel gänzlich fehlen. Dagegen hat das Steinsalz einen geringeren Wassergehalt als das Siedesalz. Es ist also in einem Centner Steinsalz mehr Chlornatrium enthalten, als in einem Centner Siedesalz. Krystallsalz hat 98 und 99 *Pzt.* Chlornatrium, Siedesalz gewöhnlich nur 96 und 97 *Pzt.* Diese verschiedenen Eigenschaften weisen jedem sein Hauptbestimmung an, dem Siedesalze zur Ernährung, dem Steinsalze zu gewerblichen Zwecken, zum Industriesalz.

Der bedeutende Preisunterschied zwischen Steinsalz und Siedesalz (im Deutschen Reiche kosten 100 *kg* gemahlenes Steinsalz etwa 1 bis 1,50 *Mk.*, 100 *kg* Siedesalz 3,50 *Mk.* ohne Salzsteuer) hat es jedoch möglich gemacht, dafs das Steinsalz auch als Viehsalz dem Siedesalze

Digitized by Google

wirksame und wachsende Konkurrenz macht. In Interessentenkreisen bemüht man sich, einen ungünstigen Einfluſs des Steinsalzes bei der Viehfütterung nachzuweisen. Der Preisunterschied hat weniger gewissenhafte Händler auch der Versuchung anheimfallen lassen, gemahlenes Steinsalz mit Siedesalz zu mischen und auf diese Weise als Speisesalz einzuführen, indessen läſst sich solche Mischung an dem gröſseren Gewichte oder dem geringeren Volumen, auch an der verschiedenen Körnung unter der Lupe erkennen, so daſs mit diesem Verfahren kein dauernder Erfolg zu erzielen gewesen ist.

In einzelnen Ländern ist jedoch auch gemahlenes Steinsalz als Speisesalz nicht unbeliebt. Es hält sich auch bei feinerer Mahlung trockener und deshalb lockerer, als feinkörniges Siedesalz.

Die Verwendung des Kochsalzes zu gewerblichen Zwecken ist sehr vielseitig [1]). In der Hauptsache wird Steinsalz verwendet, seltener Siedesalz. Für besondere Zwecke sind auch die unreineren Abfallsalze verwendbar. Die im Deutschen Reiche hierbei verwendeten Mengen sind S. 233 angegeben.

Verwendung zur Soda- und Glaubersalzbereitung.

In bedeutenden Mengen, in Deutschland mehr als $^3/_4$ des ganzen Salzverbrauchs zu gewerblichen Zwecken, wird das Kochsalz zur Soda- und Glaubersalzbereitung verwendet, und zwar zur Sodagewinnung sowohl nach dem *Le Blanc*schen Verfahren als nach dem *Solvay*-Verfahren (Ammoniak-Soda-Prozeſs). Dabei werden auſserdem Chlorkalk und Salzsäure gewonnen.

Kochsalz wird mit Schwefelsäure in den Sulfatöfen erhitzt, wobei sich schwefelsaures Natrium (Sulfat, *salt cake*) oder Glaubersalz bildet neben Chlorwasserstoffgas, welches durch Wasser geleitet wird und dann als Salzsäure Handelsprodukt ist. Wird die Salzsäure mit Braunstein oder regenerirtem Manganhyperoxyd (Weldonschlamm) in Berührung gebracht, so entwickelt sich Chlorgas und dieses bildet mit an der Luft zerfallenem gebranntem Kalk Chlorkalk, der als Bleichkalk Handelsprodukt ist. Aus dem Sulfat wird durch Zusammenschmelzen mit Kohle und Kalkstein oder Kreide die Rohsoda gewonnen, die, durch Auslaugen von beigemengtem Schwefelcalcium befreit und gelöst, dann eingedampft wird und durch Kalziniren die kalzinirte Handelssoda liefert (*Le Blanc*sches Verfahren). Der Rückstand, Schwefelcalcium, wird auf Schwefel verarbeitet (Verfahren nach *Schaffner, Mond, Helbig, Chance* und *Claus, Miller* und *Opl, P. W. Hofmann*).

Aus 100 *kg* 99 *pct.* Kochsalz werden 120 *kg* Sulfat, aus 100 *kg* Sulfat 150 *kg* Rohsoda und aus 214 *kg* Rohsoda 100 *kg* 90 *pct.* Soda gewonnen [2]), also aus 100 *kg* Kochsalz etwa 84 *kg* Soda.

---

[1]) *O. v. Buschmann*, Das Industriesalz. Wien 1892.
[2]) *Lunge*, Handbuch der Sodaindustrie.

Digitized by Google

Gegenüber diesem, im Jahre 1787 entdeckten Verfahren hat seit 1873 die unmittelbare Darstellung von Soda aus Kochsalz nach dem *Solvay*-Verfahren Eingang gefunden. Das Salz wird zunächst gelöst. In die Lösung von 23° *B.* wird Ammoniakgas geleitet und in die ammoniakalische Lösung Kohlensäure hineingepumpt. Es bildet sich doppeltkohlensaures Natrium und Chlorammonium (Salmiak). Das doppeltkohlensaure Natrium scheidet sich in der Lösung als Pulver aus, wird von der Salmiaklösung getrennt und kalzinirt, wobei es in einfachkohlensaures Natrium (Soda) übergeht.

Nach einem anderen Verfahren (nach *Schlösing*) wird die gesättigte Kochsalzlösung durch doppeltkohlensaures Ammonium in doppeltkohlensaures Natrium und Chlorammonium verwandelt. Aus der Lösung von Chlorammonium erhält man durch Destillation unter Beigabe von Ätzkalk oder Kalkmilch das Ammoniakgas zurück. Die für den Prozefs erforderliche Kohlensäure wird zumeist durch das Brennen des für die Wiedergewinnung des Ammoniaks erforderlichen Kalksteins gewonnen. Aus 100 *kg* Kochsalz erhält man 60 *kg* Soda, da nur etwa $^2/_3$ des Kochsalzes bei dem Verfahren umgesetzt wird. Die Vorteile liegen darin, dafs das Produkt reiner ist (frei von Schwefelverbindungen) höherprozentig (98 bis 99 *Pzt.* kohlensaures Natrium), dafs an Brennstoff gespart wird und weniger belästigende Nebenprodukte entstehen.

Noch zahlreiche andere Verfahren zur Darstellung der Soda aus Kochsalz sind ausgeführt worden, ohne dafs sie besondere Bedeutung erlangt hätten.

Verwendung von Kochsalz in chemischen und Farbenfabriken. Bei Gewinnung der Farbstoffe dient das Kochsalz zur Ausscheidung der Farbstoffe aus ihren wässerigen Lösungen. Es kommen hierbei viele Farbstoffe in betracht, die aus den Bestandteilen des Theeres (Benzol, Toluol, Anthracen u. a.) gewonnen werden, ferner einige nicht zu den künstlichen Farbstoffen gehörige Pigmente, wie das Indigocarmin (blaues Carmin). Auch dient Kochsalz in Verbindung mit Kupfervitriol zur Bildung von Kupferchlorid, das für die Erzeugung einzelner Theerfarbstoffe (z. B. des Methylvioletts) erforderlich ist. In diesem Falle wird das Kochsalz zersetzt. In den ersteren Fällen bleibt es in Lösung, jedoch stark verunreinigt.

Bei der **Thonwaarenfabrikation** und bei der **Erzeugung künstlicher Steine** (Cemente) dient Kochsalz zur Herstellung der Glasuren bei ordinärem Steinzeug, seltener bei feineren Thonwaaren, deren Glasuren ohne Kochsalz hergestellt werden. Es wird dazu ein reineres Salz verwendet. Die Töpferwaaren werden am Ende des Brandes bei hoher Temperatur mit Kochsalz, das in den Ofen geworfen wird, bestreut, oder die Waaren werden in die Glasurflüssigkeit ein getaucht oder damit besprengt. Das Kochsalz verdampft bei Rotglühhitze, zersetzt sich mit den Wasserdämpfen und bildet mit der Thon

Digitized by Google

masse ein Natrium-Thonerdesilikat, während Salzsäure entweicht. Dieses Silikat bildet einen glasigen Überzug. Auch bedient man sich zur Erzeugung von Glasuren einer Mischung von Potasche, Bleiglätte und Kochsalz. In den Chamottewaarenfabriken dient das Kochsalz zum Glasiren von Thonröhren, Ofenkacheln, Fufsbodenplatten und Mauerverblendsteinen. Bei der Portlandcementfabrikation dient es zur Erzeugung von Soda, die deshalb zu etwa 0,5 *Pct.* beigegeben wird, um ein Sintern beim Brennen herbeizuführen.

Bei der Glasfabrikation findet Kochsalz nur wenig und zum Teil nur mittelbar Verwendung, wenn das zur Herstellung des gewöhnlichen weifsen Hohlglases benutzte Sulfat oder die Soda auf der Glashütte selbst aus Kochsalz dargestellt werden. Bei dem gewöhnlichen grünen (Bouteillen-) Glase giebt man Kochsalz dem Glassatze zu, ohne dafs der Zweck klar wäre. Das Salz löst sich in der Glasmasse nicht auf, sondern schwimmt auf der Oberfläche als Glasgalle, die entfernt wird. Diese enthält bis zu 90 *Pct.* schwefelsaures Natrium und kann als Rohstoff für die Sodafabrikation benutzt werden.

Zur Herstellung von Karborundum, einem Schleifmittel, werden als Rohstoffe Sand, fein gemahlener Kok, Kochsalz und Sägespäne verwendet. Diese Mischung wird in einem aus feuerfesten Steinen gebauten Schmelzofen zusammengeschmolzen.

Bei Hüttenprozessen dient das Kochsalz zur Gewinnung von Metallen durch Überführung in Chlormetalle. Es dient zum Reinigen der Erze durch Rösten bei Zusatz von Kochsalz (chlorirendes Rösten), zur Befreiung von gewissen schädlichen Stoffen (wie Arsen, Antimon), deren Chlorverbindungen beim Erhitzen leicht flüchtig sind. Auch als Flufsmittel beim Schmelzprozefs kann Kochsalz verwendet werden.

Die wichtigste Anwendung findet in dieser Beziehung das Kochsalz bei der Silber- und Kupfergewinnung. Bei dem amerikanischen Amalgamationsverfahren (Patioprozefs) werden die fein gepulverten, silberarmen Erze zuerst mit Wasser und Kochsalz, dann mit geröstetem Kupferkies (Magistral) und Quecksilber gemengt. Es bildet sich Chlorsilber, das sich auflöst. Quecksilber scheidet das Silber aus der Lösung ab und bildet ein Amalgam, aus dem beim Erhitzen und Abdestilliren des Quecksilbers Silber gewonnen wird.

Bei dem Freiberger Amalgamationsprozefs werden die fein gepulverten Erze mit 10 *Pct.* Kochsalz gemengt und in Flammöfen mit steigender Temperatur abgeröstet. Dabei verflüchtigt sich das in den Erzen vorhandene Arsen und Antimon als Chlorid, die übrigen Metalle werden in Oxyde verwandelt, Silber und ein Teil des Kupfers in Chloride. Das Röstgut wird dann gemahlen, mit Wasser, Eisenabfällen und Quecksilber in Fässer (Amalgamirfässer) gebracht und durch Drehbewegung der Fässer durchgerührt. Eisen setzt sich dabei mit dem Chlor der Metalle in Chlorür um, Blei, Kupfer, Silber, Gold bilden mit dem Quecksilber ein Amalgam, aus dem das Quecksilber abdestillirt

Digitized by Google

wird. Aus dem zurückbleibenden Amalgamirmetall werden Silber und Gold durch besondere Verfahren geschieden.

Je nach der Beschaffenheit der Erze erleidet das Verfahren Änderungen, jedoch dient das Kochsalz entweder zur Chlorirung der Metalle, oder als Lösungsmittel für das Chlorsilber, oder auch als Elektrizitätserreger und dadurch zur Beförderung der Amalgamation.

Bei der Gewinnung von Silber auf nassem Wege durch die Kochsalzlaugerei (*Augustin*sches Verfahren) werden die geschwefelten Erze zunächst so weit abgeröstet, dafs die Metalle des Röstgutes in Eisen- und Kupferoxyd, sowie schwefelsaures Silber und Kupfer übergeführt sind. Dann wird das Rösten mit Kochsalz fortgesetzt, wobei Chlorsilber entsteht, das in der Kochsalzlauge in Lösung geht und ausgezogen wird. Aus der Lösung wird das Silber durch Kupfer gefällt, und aus der sich bildenden Kupferchlorür- und Kupferchloridlauge das Kupfer durch Eisen.

Die bei der Schwefelsäurefabrikation und dem dazu erforderlichen Röstprozefs geschwefelter Erze zurückbleibenden Kiesabbrände werden zur Gewinnung von Eisen und Kupfer und der oft darin enthaltenen geringen Mengen Silber und Gold mit etwa 10 bis 20 *Pct.* Kochsalz geröstet. Die Metalloxyde verwandeln sich dabei in Chloride. Der chlorirende Röstprozefs wird so geleitet, dafs nur die Chloride von Kupfer und Silber bestehen bleiben, Eisen jedoch oxydirt wird. Das Röstgut wird dann gepulvert und mit Wasser oder verdünnter Salzsäure ausgelaugt, der Rückstand, meist Eisenoxyd, kann bei der Hochofenarbeit auf Roheisen mit verarbeitet werden. Aus der Lösung wird das Kupfer nebst mit vorkommendem Silber und Gold durch Eisenabfälle niedergeschlagen (Cementkupfer). Die davon abgezogene Flüssigkeit enthält neben Eisenchlorür und Eisenchlorid schwefelsaures Natrium und Kochsalz und wird den Kiesabbränden beim chlorirenden Rösten wieder zugesetzt.

Um das Silber zu gewinnen, wird nach dem Verfahren von *F. Claudet* vor der Kupferfällung das Silber durch Jodkalium oder Jodzink abgeschieden. Gold wird nach dem Verfahren von *Plattner* dadurch gewonnen, dafs es durch Chlorgas in lösliches Goldchlorid übergeführt wird und aus der Lösung durch Schwefelwasserstoffgas oder Eisenvitriol gefällt wird.

In Eisenhütten und Maschinenfabriken findet Kochsalz dazu Verwendung, die Eisenabfälle, insbesondere Drehspäne und Feilspäne, für die Wiederverhüttung geeignet vorzubereiten, auch um Weifsblechabfälle zu entzinnen. Die Kochsalzsoole befördert das Rosten der Eisenteilchen und ermöglicht, dafs diese in zusammenhängende Ziegelform geschlagen werden können, um sie im Kupolofen zu verschmelzen.

Bei der Entzinnung des Weifsblechs wirkt Kochsalz zusammen mit doppeltschwefelsaurem Natrium auf die Bildung von Salzsäure,

Digitized by Google

die das Zinn auflöst. Es bildet sich dann neben Salzsäure einfachschwefelsaures Natrium.

Zum Härten von Stahlwaaren, besonders in den Feilenhauereien und Feilenfabriken, findet Kochsalz Verwendung als Zusatz zu der als „Härte" bezeichneten Mischung, womit die Eisenteile bestrichen werden, um zu verhüten, dafs sich die feinen Kanten beim Glühen oxydiren und dadurch stumpf werden.

Diese Härtemischung wird aus Bierhefe, zerstofsenem Horne oder Klauen, Ofenrufs, Pferdemist, Töpferthon und Kochsalz bereitet. Die Stahlwaaren werden damit bestrichen, oder sie werden in eine mit Roggenmehl versetzte Kochsalzlösung getaucht und in der Nähe des Feuers langsam getrocknet. Auch dem Härtewasser, in das die Stahlwaaren nach dem Glühen zur Härtung eingetaucht werden, wird zuweilen etwas Kochsalz zugesetzt.

Beim Glühen der Stahlwaaren schmilzt das Salz und überzieht diese mit einer vor Luftzutritt und deshalb vor Oxydirung schützenden Schicht. Der in den verkohlenden organischen Substanzen enthaltene Kohlenstoff wirkt dazu ebenfalls der Oxydation entgegen.

Bei der Seifenfabrikation ist Kochsalz ein wichtiges Hülfsmittel, besonders bei den Natronseifen. Bei den Kaliseifen (Schmierseifen) wird der dabei zur Verwendung kommende Talg durch Kochsalz geläutert; es werden dabei auf 100 *kg* Talg etwa 400 *gr* Salz verbraucht.

Bei der Erzeugung von Natronseife (Hartseife) dient Kochsalz zur Umsetzung des fettsauren Kaliums, wobei sich fettsaures Natrium und Chlorkalium bildet. Überschüssiges Kochsalz löst sich dabei in dem Wasser der Lauge und es entsteht eine konzentrirte Kochsalzlösung, in der die Natronseife nicht gelöst bleiben kann. Sie scheidet sich ab und schwimmt auf der Unterlauge, einem Gemenge von Glycerin mit Chlorkalium- und Chlornatriumlösung. Meist werden jetzt die Fette (Talg-, Baumwollsamen-, Oliven-, Palm-, Kokosnufsöl, Thran u. a.) sofort mit Natronlauge auf Natronseife verarbeitet, das Kochsalz hat dann nur den Zweck, die Seife aus der Lauge abzuscheiden.

Anders als bei der Bereitung dieser besseren Seifensorte (Kernseife) verfährt man bei minderwertigen Seifen (Leimseifen). Die Unterlauge wird dann nicht von der Seife getrennt, sondern der ganze Seifenkesselinhalt bleibt beisammen und erstarrt beim Erkalten. Es bleiben dann bedeutende Mengen Wasser, Kochsalz, Glycerin etc. in der Seife, ohne dafs dies durch äufseres Ansehen erkennbar ist.

Auch zur Gewinnung von Fettstoffen für die Seifenfabrikation wird Kochsalz gebraucht, nämlich zur Reinigung von Knochenfett, das mit Kochsalz umgeschmolzen wird, sowie zum Entwässern der aus den Walkwassern von Tuchfabriken gewonnenen Fettsäuren, die nicht sofort zur Seifenfabrikation verwendet, sondern in den Handel gebracht werden. Diese Entwässerung geschieht dadurch, dafs die Fettmasse

Digitized by Google

unter Zusatz von Kochsalz entweder über freiem Feuer oder mittels gespannten Wasserdampfes erhitzt wird.

Beim Raffiniren von Ölen und Fettstoffen, besonders beim Raffiniren der zu Färbereizwecken bestimmten vegetabilischen Öle, findet Kochsalz Verwendung, um die von schleimigen Teilen durch konzentrirte Schwefelsäure gereinigten Öle, die von den noch anhaftenden fremden Beimengungen durch Auswaschen mit Wasser befreit werden, von den stark haften bleibenden Waschwasserresten zu trennen. Das haften bleibende Wasser beeinträchtigt die Klarheit und Farbe und trägt dazu bei, dafs das Öl schneller ranzig wird. Das Kochsalz löst sich in dem Wasser, und da die Lösung ein höheres spezifisches Gewicht hat, so trennt sich das leichtere Öl schneller und besser von der wässerigen Lösung.

Besonders wird in dieser Weise das bei der Anilin-, Türkischrot- oder Krappfärberei sowohl als Beize (Mordant), als auch als Avivirungsmittel in bedeutenden Mengen gebrauchte und danach benannte Türkischrot-Öl raffinirt. Es besteht aus einer Verbindung einer Ölsulfosäure mit Ammonium oder Natrium und wird meist aus Ricinus- oder Olivenöl unter Anwendung von Schwefelsäure dargestellt. Das Produkt mufs mehreremale mit Wasser gewaschen werden. Dem Wasser wird auch Soda oder Ammoniak zugesetzt, um die überschüssige Schwefelsäure zu binden. Durch Kochsalz wird dann das Öl entwässert.

Auch zur Reinigung von Mineralöl, des Rohpetroleums (Kerosens) wird Kochsalz verwendet. Das Kerosen wird zur Reinigung zunächst mit Schwefelsäure behandelt, dann mit Wasser ausgewaschen und mit Natronlauge gemischt. Die Mischung geschieht in besonderen Rührvorrichtungen unter Einblasen von Luft (Luftmischern, Agitatoren). Das bei der Mischung trübe gewordene Kerosen wird durch Röhren aus dem Agitator in einen darunter stehenden Filtrirapparat geleitet. Das Filter besteht aus einer siebartig durchlöcherten hölzernen Bodenplatte, die mit einem Leinenlappen überdeckt ist. Darauf ist Kochsalz ausgeschüttet, das mit einem gleicherweise durchlöcherten hölzernen Deckel überdeckt ist und mit diesem durch eiserne Druckschrauben festgepreſst wird. Das Kerosen fliefst aus dem Agitator durch diese Kochsalzfilterschicht infolge seines eigenen Druckes von unten nach oben hindurch und wird in einem Bottich gesammelt. Geringe Mengen Kochsalz lösen sich dabei in dem vom Waschen rückständigen Wasser und werden durch neues Salz ersetzt. Von Zeit zu Zeit wird das ganze Salzfilter erneuert.

Mitunter wird Kochsalz in Mineralölfabriken auch zur Erzeugung von Kältemischungen benutzt, um Petroleum und Schmieröle von beigemischtem Wasser durch dessen Ausfrieren zu befreien. Auch um Paraffin aus dem Paraffinöl auszuscheiden, benutzt man Kochsalz als Kälteerzeuger.

Digitized by Google

In Papier- (Cellulose-) Fabriken, chemischen Bleichereien und Spinn- (Coton-) Fabriken wird Kochsalz zur Herstellung des als Bleichstoff dienenden Chlors benutzt. Meist beziehen diese Fabriken den Bleichstoff in Form von Chlorkalk (Bleichkalk) oder stellen es sich durch Behandlung von Braunstein (Manganhyperoxyd) mit Salzsäure her. Einige Fabriken stellen sich jedoch die erforderlichen Stoffe durch Behandlung von Kochsalz mit Schwefelsäure, wie bei dem *Le Blanc*schen Sodaprozefs, selbst her.

Bei einem erst in neuerer Zeit in Aufnahme gekommenen elektrischen Bleichverfahren (nach *Hermite*) wird die fein verarbeitete Cellulose in eine aus Chlormagnesiumlösung bestehende Bleichflüssigkeit gemischt, der Kochsalz zugesetzt wird. Durch den elektrischen Strom wird das Chlormagnesium zersetzt, das Kochsalz dient dann in der Lösung als Stromleiter. Die Wirkung soll um so gröfser sein, je mehr Kochsalz zugesetzt wird. Da an der Papiermasse von der Bleichflüssigkeit haften bleibt und durch Auswaschen entfernt wird, so geht immer ein Teil des Kochsalzes verloren und mufs ergänzt werden.

Bei der Schafwollwaarenfabrikation dient Kochsalz zur Erzeugung von Salzsäure für das Karbonisiren der Schafwolle, d. h. zum Entfernen aller vegetabilischen Beimischungen, wie Kletten-, Holz-, Strohteile, Baumwolle. Besonders bei der Mitverarbeitung von Lumpenwolle oder Kunstwolle (Hadern) ist das Karbonisiren zur Ausscheidung aller nicht wollenen Teile nötig. Das Karbonisiren geschieht nach der Walke oder in der Appretur.

Meist geschieht das Karbonisiren der Gewebe durch Säure in flüssigem oder gasförmigem Zustande oder durch Chloraluminium oder Chlormagnesium. Verwendet man Salzsäure dazu, so wird diese aus Kochsalz durch Behandlung mit Schwefelsäure gewonnen. Die vegetabilischen Faserstoffe werden dadurch völlig zerstört, während die tierischen Fasern nicht angegriffen werden.

Man benutzt zur Zersetzung des Kochsalzes eiserne, in Öfen eingemauerte Retorten, in die durch einen Trichter Schwefelsäure eingelassen werden kann. Diese Retorten stehen durch ein Rohr mit der Kammer in Verbindung, wo die zu karbonisirenden Stoffe lagern. Die in Dampfform entweichende Salzsäure zerstört die vegetabilischen Gewebstoffe. Auch verfährt man in der Weise, dafs man das Kochsalz auflöst, Salpeter- oder Schwefelsäure zusetzt und die zu karbonisirenden Hadern eintaucht und sich vollsaugen läfst.

Kochsalzhaltige Laugen von der Seifenfabrikation werden z. B. in Tyrol zum Walken der Lodenstoffe benutzt, was billiger ist, als die Verwendung von Seife zu diesen Zwecken. Auch benutzt man diese Laugen zum Waschen der Fufsböden in Spitälern und Kasernen.

Für gewisse Färbungen in der Stofffärberei und Druckerei wird Kochsalz verwendet. Einzelne Farbstoffe müssen, um mit der Gespinnstfaser eine bleibende, unzerstörbare Verbindung einzugehen,

Digitized by Google

aus ihren Lösungen in der Gespinnstfaser ausgeschieden werden. Dazu gehören die Benzidinfarbstoffe, die in Kochsalzlösungen unlöslich sind und deshalb durch Zusatz von Kochsalz aus ihren Lösungen ausgeschieden werden.

Ferner dient Kochsalz neben anderen Stoffen zur Bereitung von Beizen für die Zeugdruckerei. Diese Beizen (Mordant) vermitteln die Verbindung des Farbstoffs mit der Gespinnstfaser oder sie dienen dazu, den bereits gefärbten Geweben einen lebhafteren, reineren Ton zu geben, das Zeug zu „schönen" (Avivirungsbeize). Sie dienen ferner dazu, einzelne Stellen vor der Farbaufnahme zu schützen, also ungefärbt zu lassen (Reservagebeizen) oder gewisse, bereits gefärbte Stellen zu entfärben (Ätzbeizen). Danach wird die Arbeit durch die Appretur (Tränken mit einer Stärkelösung, Appreturkleister) vollendet. Einige der Beizen bestehen aus Chloriden und zu deren Herstellung wird Kochsalz verwendet. Zuweilen setzt man auch noch den Beizen (Gerbstoffen) und auch dem Appreturkleister Kochsalz zu. Daneben kommt dann auch die Verwendung von Kochsalz zur Herstellung des Bleichstoffes und bei der Darstellung von Farbstoffen, besonders des Türkischrots (s. oben S. 328), für diese Fabrikzweige in betracht. Gewöhnlich werden diese Stoffe jedoch von den Stofffärbereien und Druckereien fertig bezogen.

Bei der Lederfabrikation und bei der Reinigung und Konservirung frischer Häute und Felle dient Kochsalz teils als Mittel, um die Fäulnis aufzuhalten, und zwar besonders bei der Vorbereitung der rohen Häute, teils als Zusatz zu den Gerbstoffen.

Zwischen die frischen rohen Häute, die in den Handel gelangen, wird Kochsalz zur Verhinderung der Fäulnis eingestreut. Bei der Vorbereitung der rohen Häute für die Abhaarung durch das „Schwitzen" wird Kochsalz verwendet. Je zwei Häute werden mit der Fleischseite zusammengeschlagen und zu mehreren in eine Grube oder einen Kasten, den Schwitzkasten, über einander geschichtet. Die Häute erwärmen sich dann, es beginnt der Fäulnisprozefs, die Poren öffnen sich und die Haare können leicht abgeschabt werden. Da dieser Fäulnisprozefs nur sehr langsam eingeleitet werden darf, damit er genau überwacht werden kann, so werden die Häute vorher an der Innenseite mit Kochsalz eingerieben. Das Kochsalz zieht die Feuchtigkeit aus den Häuten an und hemmt dadurch die Fäulnis. Bei der Gerberei werden die Häute mit Stoffen behandelt, die verhindern, dafs die Bindegewebfasern der Haut zusammenkleben und nach dem Trocknen steif und hornartig werden, wie bei trockenen Häuten, sondern geschmeidig bleiben, wie beim Leder. Bei der Weifsgerberei (Alaungerberei) verwendet man dazu Salze, meist Alaun oder Kochsalz, bei der Sämisch- oder Ölgerberei Fette und Öle, zuweilen unter Beimischung von Kochsalz. Die zwischen den Bindegewebfasern der Tierhäute enthaltene Substanz, die Intercellularsubstanz oder Coriin, ist bei frischen

Digitized by Google

Häuten gelöst, wird aber beim Trocknen hornartig und verkittet die Hautfasern. In einer 10 *pct.* Kochsalzlösung ist das Coriin löslich, wird aber durch mehr Kochsalzzugabe oder durch verdünnte Säuren wieder aus der Lösung ausgeschieden. Wird eine mit verdünnter Kochsalzlösung vorbereitete Haut in eine stärker als 10 *pct.* Kochsalzlösung getaucht, so scheidet sich das Coriin als weifser, flockiger Körper ab. Dieser wird bei der nun folgenden mechanischen Bearbeitung der Häute entfernt, wobei sich die Gewebfasern mit Kochsalz überziehen, so dafs dieses zugleich auch als Gerbmittel dient. In dieser Beziehung wirkt Alaun jedoch besser und deshalb wird gewöhnlich ein Gemisch von Alaun und Kochsalz angewendet. Bei der Weifsgerberei nimmt man zu einem Teile Alaun $^1/_5$ bis $1^3/_4$, aber auch mehr Teile Kochsalz und, je nach der Dicke der Felle, mehr oder weniger konzentrirte Alaunbrühen, z. B. für 100 Felle auf 50 *Liter* Wasser 6 bis 8 *kg* Alaun. Bei der Glacéhandschuhleder-Gerberei (französische oder Erlanger Weifsgerberei) benutzt man einen Gerbebrei (die „Nahrung"), der für 100 Felle aus folgender Mischung besteht: 50 Eidotter, 5 *kg* feinstes Weizenmehl und eine Alaunbrühe, die aus 60 *Tln.* Wasser, 10 *Tln.* Alaun und 4 *Tln.* Kochsalz besteht. Diese werden zu Syrupdicke zusammengerührt, auch wird zur Verhinderung der Fäulnis noch etwas Karbolsäure beigemischt.

Bei einem der Weifsgerberei sich nähernden Verfahren der Sämisch- oder Ölgerberei werden die enthaarten trockenen Häute auf der Fleischseite mit einer Mischung von Gerstenmehl, Rindsgehirn, Butter, Milch, Klauen- oder Pferdefett nebst 4 *Pct.* Kochsalz (statt dessen auch wohl Salpeter) bestrichen und in einer hölzernen Trommel, in die Luft eingeführt wird, bei etwa 10 Stunden langem Umdrehen der Trommel durchgearbeitet, danach nochmals bestrichen und von neuem in der Trommel umgedreht.

Bei der Reinigung und Konservirung von Tiergedärmen, sowohl für die Wurstfabrikation als auch bei der Darmsaitenfabrikation, wird das Kochsalz mit ähnlicher Wirkung wie bei der Bearbeitung der Häute verwendet, indem es die Fäulnis verhüten soll.

Kochsalz dient ferner zum Konserviren des Holzes und wird deshalb bei den Schiffbauereien verwendet. Eine Imprägnirung des Holzes mit Kochsalz schützt gegen den Holz- und Bohrwurm und gegen Schwamm- und Pilzbildung. Um die Wirkung vollkommen zu machen, mufs das Holz lange mit der Kochsalzlösung in Berührung kommen, damit sich das Salz in alle Poren des Holzes hineinziehe. Das Holz wird deshalb am besten völlig in Soole eingetaucht und bleibt darin mehrere Wochen liegen. In dieser Weise verfährt man zum Beispiel, wo sich Gelegenheit dazu bietet, mit Holz, das zu Bergwerkszwecken verwendet wird und eine lange Dauer haben soll. Die zu Schachtzimmerungen oder zum Ausbau von Strecken erforderlichen Holzstämme werden in die Soolreservoire hineingelegt und saugen

Digitized by Google

sich nach und nach voll Soole. Bereits eingebaute Schachtzimmerung schützt man auch wohl dadurch, dafs man Salz auf die Holzgevierte aufstreut. Dies löst sich nach und nach in der Luftfeuchtigkeit auf und zieht sich in das Holz hinein. Auf diese Weise behält die Zimmerung wesentlich längeren Bestand.

Beträchtlich ist der Salzverbrauch bei der Eisbereitung, sowie zu Zwecken des Auftauens von Eis. In ersterer Beziehung dient es zur Bereitung von Kältemischungen und Erzeugung von Kunsteis besonders in Bierbrauereien und Kunsteisfabriken. Bei den Kältemischungen mengt man Schnee und Eis mit Kochsalz in einer der Löslichkeit des Kochsalzes entsprechenden Menge, also etwa auf 100 *Tle.* Schnee oder Eis 33 *Tle.* Kochsalz. Das Lösungsbestreben des Kochsalzes zwingt Schnee und Eis, in flüssigen Zustand überzugehen, da eine Kochsalzlösung je nach der Sättigung bei weit niedrigerer Temperatur gefriert, als der verwendete Schnee oder das Eis aufweisen. Bei dieser Überführung aus dem festen in den flüssigen Zustand, des Wassers beim Tauen und des Salzes bei der Lösung, wird Wärme verbraucht, die aus den umgebenden Stoffen entnommen wird. Infolge dessen tritt eine bedeutende Abkühlung ein. Auf dieser Wirkung beruhende Kühlungsapparate werden z. B. dazu benutzt, die Luft in den Kellerräumen von Bierbrauereien kühl zu halten, indem durch die Kühlungsmasse mittels eines Ventilators ein Luftstrom geführt wird, der sich dann auf — 5 bis 6° *R.* abkühlt.

Bei der künstlichen Eisbereitung benutzt man, z. B. in der Carréschen Eismaschine, leicht verdampfende Flüssigkeiten, hauptsächlich Ammoniak, das bei der künstlich beschleunigten Verdampfung viel Wärme bindet. Die den Verdampfungskessel umgebende Flüssigkeit kühlt sich alsdann stark ab. Diese Flüssigkeit dient dann zur Wärmeentziehung in den Behältern, in denen das künstliche Eis erzeugt werden soll. Da die Kälteflüssigkeit selbst nicht frieren darf, wendet man eine Kochsalzlösung an, die bei Sättigung sich bis auf — 21,3° abkühlen läfst, ohne dafs sie gefriert.

Bei Kühlungsapparaten läfst man die Kälteflüssigkeit in dem zu kühlenden Raume circuliren und läfst sie nach der Wärmeaufnahme wieder in den Kühlungskessel (Ammoniakverdampfungsapparat) zurückfliefsen, wobei eine Pumpe den Umlauf besorgt (z. B. *Linde*scher Kühlapparat, der besonders in Bierbrauereien angewendet wird). Bei der Bereitung von Fruchteis und anderem Speiseeis verschliefst man die Masse in Blechbüchsen, die man so lange in einer Kältemischung umdreht, bis der Inhalt gefroren ist.

Kältemischungen werden benutzt bei der Entwässerung von Mineralölen durch Ausfrieren und zur Ausscheidung des Paraffins aus dem Paraffinöle (S. 328), ferner bei der Seidenraupenzucht, um während der Monate November bis April eine für die Überwinterung der Seidenschmetterlingseier (*grains*) gleichmäfsig kühle Temperatur zu erhalten.

Digitized by Google

Auch bei der Rübenzuckerfabrikation gebraucht man Kühlvorrichtungen, um aus dem nach dem älteren Strontianverfahren gewonnenen Strontiansaccharate, das zur weiteren Verarbeitung mit Wasser angerührt wird, durch Abkühlung bis auf 0° eine Umsetzung herbeizuführen. Es scheidet sich dann eine strontianhaltige Zuckerlösung ab und Krystalle von Strontianhydrat bilden sich. Das erstere wird entweder für sich allein oder mit Rübensaft auf Zucker verarbeitet, letzteres dient zum Fällen neuer Mengen Melasse.

Zur Verhinderung der Eisbildung, zum Schmelzen von Schnee und Eis wird Kochsalz und zwar vorzugsweise Abfallsalz von Verkehrsanstalten, besonders von Strafsenbahnen benutzt.

Da eine gesättigte Kochsalzlösung erst bei mehr als — 21° *C.* gefriert, so wird Schnee und Eis durch Aufstreuen von Kochsalz, sofern die Temperatur über diesem niedrigen Kältegrade liegt, zum Schmelzen gebracht. Oft kann schon das Übergiefsen mit Soole, noch besser mit heifser gesättigter Soole, das Auftauen gut befördern, wenn die Soole über den Schnee oder das Eis gegossen wird. Dementsprechend wird Kochsalz verwendet zur Enteisung der Spurkranzrillen bei Geleisekreuzungen und Wegeübergängen der Eisenbahnen, zum Offenhalten der Spurrillen der Strafsenbahnen bei Schneefall und Frost, zum Auftauen von Schnee auf Glasdächern, zur Verhinderung des Einfrierens von Wasser, das zu Feuerlöschzwecken bereit gehalten wird, zur Verhinderung des Gefrierens des Bodens in Reitschulen und zu anderen Zwecken.

Auch um den Boden (z. B. in Reitschulen oder auf Strafsen) feucht zu halten, damit die Staubentwickelung verhütet wird, hat man Kochsalz benutzt.

Zu Feuerschutzzwecken und zur Bereitung von Feuerlöschpräparaten benutzt man Kochsalz, im ersteren Falle in der Weise, dafs leicht feuerfangende Gegenstände durch Eintauchen in Soole mit Salz getränkt werden, oder in der Art, dafs die Gegenstände mit besonderen Flammenschutzmitteln behandelt werden, zu deren Bereitung auch Kochsalz verwendet wird. Da dieses in gröfserer Hitze durch Schmelzen den Gegenstand mit einer vor Luft schützenden glasigen Schicht umgiebt, so verhindert es die Entflammung. Aus demselben Grunde kann auch Soole zu Feuerlöschzwecken wirksamer sein als Wasser.

Man wird sie zu diesem Zwecke im allgemeinen nur verwenden, wo sie billig zur Verfügung steht, z. B. an den Gewinnungsstellen selbst, also vorzugsweise auf den Salinen. Der Vorzug gegen Wasser liegt dann noch darin, dafs die Flüssigkeit in den Leitungen nicht so leicht wie Wasser einfriert, und wenn Holzleitungen angewendet werden, dafs das Faulen der Feuerlöschleitungen verhütet wird. Jedoch verursacht Soole in dem Mauerwerk der Gebäude immer beträchtlichen Schaden und wird bei wertvollen Gebäuden und Gegenständen besser von der Benutzung zum Löschen ausgeschlossen.

Auch solchen Feuerlöschpräparaten, die zum Auslöschen eines

Digitized by Google

Brandes in die brennenden Räume geworfen werden (Feuerlöschgranaten oder Bomben, Extinkteure) und durch Entwickelung grofser Mengen von Gasen, die die Verbrennung hindern, das Feuer ersticken, wird zuweilen Kochsalz zugesetzt.

Ferner findet Kochsalz bei einigen Desinfektionsmitteln Verwendung, so bei der Bereitung von Antimeruleon und Mykothanaton (Hausschwammschutzmittel).

Als Konservirungsmittel dient Kochsalz aufser bei den bisher bereits bezeichneten Zwecken ganz besonders beim Einsalzen von Fleisch, Fischen, Butter, Käse, Obst, Gemüse und anderen Nahrungs- und Genufsmitteln. Das Kochsalz verzögert dabei die Fäulnis, indem es das in den Nahrungsmitteln enthaltene Wasser anzieht. Zum Teil verlieren dadurch die eingesalzenen oder gepökelten Nahrungsmittel an löslichen Nährstoffen, z. B. verliert Fleisch gegen 2,1 *Pzt.* Nährstoffe, überhaupt 13,5 *Pzt.* Extraktivstoffe, so dafs der fortgesetzte Genufs von eingepökelten Fleischen ungesund ist und nach vieler Ansicht die Ursache des Skorbuts der Schiffsmannschaften sein soll.

Zum Einpökeln von Fleisch und Fischen bedient man sich vorzugsweise des grobkörnigen Salzes, besonders des Seesalzes, zum Salzen der Butter und des Käses jedoch feiner Salzsorten, bei der Butter des in besonders feiner Körnung hergestellten Buttersalzes.

Bedeutende Mengen Salz werden an der Nordsee zum Einsalzen der Heringe verwendet. Nach *Schleiden*[1]) beträgt die Zahl der eingesalzenen Heringe jährlich etwa 3000 Millionen, wozu 120000 *t* Salz verbraucht werden. Die Pilchards (Sardinen), die besonders an der Westküste Europas, und die kleineren Anchovis (Sardellen), die ebenfalls an der Westküste und meist im Mittelländischen Meere gefangen werden, werden entweder ebenfalls gesalzen oder nur einige Zeit in die Salzlake gelegt und dann in Öl gekocht und in Blechbüchsen verpackt. Die gesalzenen kommen gewöhnlich als Sardellen, die in Öl gelegten als Sardinen in den Handel. In Frankreich werden jährlich etwa 200 Millionen derartig zubereiteter Fische oder gegen 10 Millionen Büchsen ausgeführt.

Beim Einpökeln des Fleisches werden die frisch ausgeschlachteten Fleischstücke mit Salz eingerieben und einige Tage liegen gelassen, so dafs ein Teil des Fleischsaftes ausgezogen wird. Man legt das Fleisch dann noch unter Gewichte oder prefst es unter einer Hebelpresse aus. Dann wird es nochmals mit Salz eingerieben und in Fässer gepackt oder mit der ausgeprefsten Salzlösung (Salzlake) übergossen. Häufig wird auch Salpeter, Borax oder Borsäure zugesetzt, die wie das Salz antiseptisch wirken, aber auch dem Fleische eine lebhaft rote Farbe geben. Der Salzverbrauch beim Einpökeln schwankt zwischen 2 bis 22 *Pzt.* der Fleischmasse.

---

[1]) *M. J. Schleiden*, Das Salz. Leipzig 1875, S. 49.

Digitized by Google

Von Obst und Gemüse, bei denen Kochsalz zur Konservirung benutzt wird, kommen Citronen und Paradiesäpfelkonserven, Kohl, Schnittbohnen, Gurken u. a. in betracht. Citronen werden, um sie bei weiterem Transport zu erhalten, in eine Salzbrühe gelegt. Bei Paradiesäpfelkonserven werden auf 100 *kg* etwa $1^1/_2$ *kg* Salz verwendet. Beim Gemüse kommt das Salz zugleich als Speisesalz zur Geltung.

Bei der Butter wirkt das Einsalzen auf die Entziehung eingeschlossener Buttermilch, einer Lösung von Caseïn, Milchzucker u. a. in Wasser, die Anlafs giebt, dafs die Butter leicht ranzig wird. In einzelnen Gegenden setzt man der ausgewaschenen Butter 2 bis 5 *Pzt.* Kochsalz zu und verarbeitet sie erst nach 4 bis 10 Stunden weiter, wobei die salzige Flüssigkeit ausgepreſst wird. Derartig mit Salz behandelte Butter hat einen höheren Buttergehalt, als die nicht mit Salz behandelte.

Auch vielen Sorten Käse wird Kochsalz beigegeben.

Bei der Bereitung von Labkäsen werden besonders entweder in flüssigem oder in festem, gepulvertem Zustande bereitete Käselabpräparate verwendet. Diese Präparate enthalten die aus Kälbermagen gewonnenen Labfermente, die zur Konservirung stark gesalzen werden. Der Naturlab besteht aus stark mit Kochsalz versetztem, getrocknetem, gepulvertem Kälbermagen, während andere Käselabpräparate flüssig sind.

Das zum Einsalzen von Butter bestimmte Salz soll möglichst rein sein, darf keinen bitteren Beigeschmack haben, muſs also möglichst frei von Chlormagnesium und Bittersalz sein und soll keine erdigen unlöslichen Bestandteile enthalten. Die Korngröſse soll höchstens 1 *mm* betragen.

Man stellt dieses feine Salz durch schnelles Versieden der Soolen, besonders in den mit mechanischem Rührwerk versehenen Rundpfannen her, sondert es wohl auch durch Absieben von stärker gekörntem Salz.

Auch zur Konservirung von Eigelb und Eiweifs und zur Darstellung eines entsprechenden Gerbstoffes (S. 331) wird Kochsalz verwendet.

Beim Tabak wird Kochsalz zur Konservirung verwendet, und zwar werden mehr oder weniger starke Lösungen dem Rohtabake oder Halbfabrikate zugesetzt. Da die Verbrennbarkeit Einbuſse dadurch erleidet, so wird Kochsalzlösung gewöhnlich nur noch bei Schnupftabak, Kautabak und dem sogenannten Kübeltabak verwendet.

Ausgedehnte Anwendung findet das Salz zu Heilzwecken, meist in Lösung äuſserlich zu Bädern und innerlich durch Einatmung fein zerstäubten Sooldunstes oder zu Trinkkuren. An den Meeresküsten werden die Seebäder, im Lande die Soolbäder benutzt, wobei entweder die aus natürlichen Quellen stammende Soole für sich, oder diese versetzt mit Mutterlauge oder mit Mutterlaugensalzen (z. B. Staſsfurter Badesalz, Kreuznacher Mutterlauge) verwendet wird. Auch für Hausbäder bezieht man Soole oder Meerwasser, Mutterlauge von den Salz-

Digitized by Google

siedereien oder von den Seesalinen, oder Badesalz zur Bereitung von Bädern. Für den inneren Gebrauch durch Einatmen (Inhalirung) dient entweder der Aufenthalt am Meeresstrande, wo durch den Wind und die am Strande sich brechenden Wellen feine Salzwasserteilchen in die Luft hineingeführt werden, oder der Aufenthalt an den Gradirwerken der Salinen und Soolbäder (Kreuznach, Münster am Stein, Königsborn, Kissingen, Elmen, Dürrenberg, Salzungen, Reichenhall und zahlreiche andere), wo bei der Berieselung der Dornwände mit Soole der hindurchstreichende Wind grofse Mengen feiner Soolteilchen in die Luft führt. Aufserdem schafft man in geschlossenen Räumen (Inhalatorien) eine künstliche Zerstäubung der Soole durch Luftdruck oder natürlichen Sooldruck mittels besonderer Zerstäuberdüsen, wodurch sich die Luft mit einem feinen Soolnebel erfüllt. Mit kleineren Apparaten zerstäubt man unter Anwendung von Luft- oder Dampfdruck die Soole und führt die mit Soolnebel erfüllte Luft unmittelbar in den Mund und in die Lunge.

Im allgemeinen verwendet man die Bäder mit einem Salzgehalt von 2 bis 6 *Pzt.* Kochsalz, selten mehr. Für die Inhalirung kommen auch höhere Prozente in Anwendung.

Eine dritte Art der Verwendung des Kochsalzes zu Heilzwecken ist die Benutzung von salzhaltigen Mineralwassern zu Trinkkuren. Krankheiten, die hauptsächlich durch Soolbadekuren geheilt werden, sind Scrophulose, Rhachitis, chronische Frauenkrankheiten, chronischer Gelenk- und Muskelrheumatismus, Gicht, Nervenleiden, Blutarmut, besonders Erschöpfungszustände nach zehrenden Krankheiten und Operationen, Hautkrankheiten und chronische Katarrhe, gegen letztere dienen besonders die Inhalirungen. Trinkkuren werden besonders bei Katarrhen der Atmungsorgane, des Magens und Darmkanals, bei Hämorrhoiden, Knochenkrankheiten und Scrophulose angewendet.

Bei den Soolbädern [1]) und Seebädern werden geringe Mengen Kochsalz durch die Haut in den Blutstrom geführt, da bei der schnellen Verdunstung nach dem Bade geringe Salzkrystalle auf der Haut bleiben, die sich durch das Reiben beim Abtrocknen mit dem Hautfett verbinden und somit in die Poren eindringen. Die Heilwirkung beruht aber nicht so sehr darauf, dafs überhaupt Kochsalz in den Blutstrom übergeführt wird, sondern vielmehr darauf, dafs das Salz durch Kontakt reizend auf die Hautnerven und die Hautkapillaren wirkt. Dadurch wird die Blutzufuhr zur Haut erhöht, der Blutumlauf beschleunigt und das Blut von den inneren Organen abgeleitet. Die Folgen sind Entlastung des Blutdrucks, Zerteilung von Hyperämien und Stockungen. Es entsteht eine freiere Funktion der inneren Organe, bei leichterem und besserem Blutumlauf ein Zerfall von krankhaften Neubildungen, Aufsaugung von Ausschwitzungen, Belebung des Stoffwechsels, bessere Ernährung.

---

[1]) Nach Sanitätsrat *Dr. Trüstedt* in der Beschreibung des Kgl. Soolbades zu Elmen bei Schönebeck.

Digitized by Google

Nach acht- bis zehntägigem Gebrauche von Soolbädern zeigt sich häufig ein bläschenartiger Hautausschlag, der durch die Reizung der Hautnerven veranlafst ist. Diese Wirkung wird durch Inhalirung, durch das Einatmen von Sooldunstluft, die an den Gradirwerken, ähnlich wie am Meeresstrande, einen gewissen Ozongehalt aufweist, noch erhöht. Die Kochsalzteilchen werden in die Lunge geführt, das Blut dadurch mit mehr Sauerstoff in Berührung gebracht, die Schleimhäute zur Expektoration angeregt, stockende Exsudate mechanisch gelöst und zur Ausscheidung gebracht. Das kräftiger, lebensfähiger gemachte Blut wirkt belebend auf alle Körperfunktionen, der Appetit vermehrt sich und es stellt sich höheres Wohlbefinden ein. An der See und in einzelnen Soolbädern hat man deshalb jetzt auch Winterkolonien eingerichtet.

Die Kochsalz-Trinkquellen, unter denen die von Soden im Taunus besonders berühmt sind, haben ihre Heilwirkung dadurch, dafs die Soole auf den Magen, den Darmkanal und die Nieren einwirkt.

Es erfolgt eine vermehrte Abscheidung der Abgangsstoffe, hauptsächlich eine vermehrte Abgabe stickstoffhaltiger Produkte, sie wirken deshalb mittelbar lösend und fördernd auf den Stoffwechsel, wenn sie mäfsig genossen werden.

Die Lösung von einem halben Theelöffel Kochsalz in wenig kaltem Wasser schafft bei Sodbrennen und anderen Magenbeschwerden Erleichterung.

Als Heilmittel leistet Kochsalz ferner Dienste bei Halsschmerzen, indem man mit schwacher Kochsalzlösung gurgelt, bei Insektenstichen, wo eine Lösung den Schmerz lindert und das Anschwellen verhütet, auch zum Stillen von Blutungen dient es, besonders nach dem Ausziehen von Zähnen. Auch gegen Brandwunden[1]) wendet man Salzwasser mit Vorteil an und kann damit die Blasenbildung verhindern und den Schmerz lindern. Man taucht das verbrannte Glied in Salzwasser oder giebt in Salzwasser getauchte Umschläge. Das Mittel soll nicht nur bei oberflächlichen Hautverbrennungen, sondern auch bei offenen Brandwunden von Nutzen sein. Als Brechmittel kann eine warme Salzlösung dienen, 1 bis 4 Theelöffel voll in $^1/_4$ bis $^1/_2$ *Liter* warmem Wasser gelöst, wirkt in der Regel schnell.

Kochsalz verwendet man auch zum Reinigen glasirter Gefäfse, Flaschen, Wasserkaraffen. Die scharfkantigen Salzkörner, die weniger hart sind als Glas, schaden diesem nicht, während durch das Scheuern mit Sand die Glasur geritzt und abgeschliffen wird, so dafs die Gefäfse mit der Zeit blind werden.

Kochsalz wird auch zur Reinigung von Brunnenwasser verwendet. Es wird in gröfserer Menge in den Brunnen geworfen. Lebewesen werden in der Kochsalzlösung getötet, Vegetabilien und Fäulnis-

[1]) *Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes* 1897, 20, 226 (nach „*Dampf*“, Zürich).

Digitized by Google

erreger zerstört und bei dem folgenden Auspumpen entfernt. Das Wasser wird dann wieder klar und rein zum Gebrauch.

Sehr bedeutend ist die Kochsalzverwendung zu landwirtschaftlichen Zwecken, und zwar in erster Linie zur Viehfütterung, weniger und meist infolge seiner Verbindung mit anderen Stoffen zur Pflanzendüngung beim Acker- und Gartenbau.

Bei der Viehfütterung wird das Kochsalz entweder in körniger Form dem Viehfutter beigemischt und dient dann oft auch zur besseren Aufbewahrung des Futters, um es vor dem Verderben zu schützen (z. B. feucht gewordenes Heu) oder zur Verbesserung des Futters, um dieses zuträglicher zu machen (z. B. Salzzugabe zu Rübenschnitzeln), oder das Salz wird in Stückform (Pfannensteine, Salzsteine, Lecksteine) in die Krippen gelegt, so dafs das Vieh nach Bedarf an dem Salze leckt. Die günstigen Wirkungen der Salzzugabe bei der Viehfütterung sind S. 5 hervorgehoben.

Über die Wirkung des Salzes bei der Pflanzendüngung ist Näheres S. 5 u. 6 ausgeführt. Die Verwendung beim Gartenbau wird empfohlen [1]) aus der Erfahrung, dafs gewisse Gemüsepflanzen, bei denen zur Düngung Salz beigemengt ist, z. B. Radies, Sellerie, Spargel, einen besseren Geschmack erhalten.

Bei Radies wird Salz über die Saat, die in flache Rinnen gelegt ist, dünn eingestreut. Die Saat keimt langsamer, die Wurzeln sind aber feiner im Geschmack, bleiben straff und werden nicht pelzig.

Bei Sellerie verwendet man auf ein Beet von 5 *qm* $^3/_4$ *kg* Salz, das nach der Pflanzung ausgestreut wird. Die Knollen sind dann weifser, zarter im Geschmack und gesund. Die bessere Feuchthaltung des Bodens mag hier besonders von Einflufs sein.

Beim Spargel streut man das Salz — man kann dazu Salzabfälle verwenden — über die Beete und hackt es unter. Der Geschmack des Spargels soll dadurch aromatischer werden.

Auch bei der Wiesenkultur und bei Ackerfrüchten wendet man Kochsalz oder gewöhnlich kochsalzhaltige Stoffe, besonders Abfallsalze an. In Erfurt hat man lange Jahre den mit dem Steinsalz brechenden und dieses durchsetzenden Anhydrit gemahlen und als Düngemehl abgesetzt. Die Zusammensetzung ist

71,75	*Pzt.*	schwefelsaures Calcium,
23,52	„	Chlornatrium,
3,28	„	Wasser,
1,45	„	Kieselsäure, Phosphorsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Talkerde, kohlensaures Calcium.

Man hat damit wiederholt Versuche mit verschiedenen Kulturen gemacht. Auf den Versuchsfeldern brachte

$^1/_8$	*Morgen*	ohne Düngemehl einen Ertrag von . . .	751	*Pfd.* Kartoffeln
$^1/_8$	„	mit $^1/_2$ *Centner* Düngemehl gedüngt . . .	927	„ „

[1]) *Ratgeber im Obst- und Gartenbau* 1896, XI, Nr. 23.

Digitized by Google

Bei spanischem Klee war das Verhältnis 29 *Ctr.* zu 31 *Ctr.* Auch beim Luzerneklee, bei Roggen, Erbsen, Tabak und Grummet sind gute Erfolge erzielt worden. Mehr als $^1/_2$ *Ctr.* auf $^1/_8$ *Morgen* anzuwenden, empfiehlt sich nicht, da dann der Erfolg wieder nachläfst. Eine $^1/_2$ *Morgen* grofse Wiese gab mit Düngemehl bestreut eine um 3 *Ctr.* höhere Ernte an Heu und Grummet als sonst. Bei Kartoffelfeldern wurde auch beobachtet, dafs sich keine Spur von Kartoffelkrankheit zeigte.

Ein Fabrikat von ähnlicher Zusammensetzung als Ersatz für das Erfurter Düngemehl, das von denen, die es mit Erfolg angewendet haben, gern benutzt wurde, wird auf der Saline Dürrenberg durch Mischung von gemahlenem Dornstein mit gemahlenem Pfannenstein hergestellt und enthält ebenfalls bis zu 23 *Pct.* Kochsalz. Der Dornstein von den Gradirwerken enthält nur Spuren von Salz, dagegen hauptsächlich schwefelsaures Calcium in Gypsform, daneben auch etwas schwefelsaures Kalium und andere Substanzen. Der Pfannenstein von den Siedepfannen enthält bis zu 70 *Pct.* Kochsalz, im übrigen besonders schwefelsaures Calcium in Anhydritform neben schwefelsaurem Natrium und anderen Stoffen.

Die Wirkung des Kochsalzes wird auch bei der Verwendung dieser Düngemehle hauptsächlich in der dauernden Feuchthaltung des Bodens liegen, wodurch die anderen für die Düngung wichtigen Stoffe besser gelöst und den Pflanzen zugeführt werden.

In der Regel bringt man die kochsalzreichen Düngestoffe bei der Bearbeitung des Ackers, am besten im Herbste in den Boden, damit die Winterfeuchtigkeit das Salz verteilt. Bei der Frühjahr- und Sommerbestellung wird man es mit Vorsicht anzuwenden haben.

Verwendung der Kaliumsalze in der Landwirtschaft. Kalium bildet einen wesentlichen Nährstoff der Pflanzen, den diese aus den kalihaltigen Bestandteilen des Bodens entnehmen. Langjährige intensive Kulturen entziehen dem Boden diesen wichtigen Nährstoff, ohne dafs durch die Düngung mit Stallmist oder durch die Gründüngung aus den Pflanzenstoffen genügende Mengen Kalium wieder dem Boden zugeführt werden könnten. Hier wirken die Kaliumsalze als wichtiges Düngemittel, um kaliumarmen Boden ertragfähig und gewöhnlichen Ackerboden leistungsfähiger zu machen. Meist werden die Kaliumdüngesalze vorteilhaft in Verbindung mit anderen Düngstoffen, Stickstoffdünger (Stallmist, Chilisalpeter) und Phosphordünger (Peruguano, Thomasschlackenmehl, Superphosphat) oder Kalkdüngung anzuwenden sein, da eine ersprieſsliche Pflanzenkultur verlangt, dafs alle diese für das Wachstum wichtigen Bodenstoffe (Kalium, Stickstoff, Phosphor, Kalk) in angemessenem Verhältnisse für die Ernährung der Pflanzen und die Beförderung des Wachstums vorhanden sind.

Zur Düngung werden sowohl gemahlene Rohsalze als auch Fabrikate, die das Kalium in höherem Prozentsatze enthalten, als die Rohsalze, verwendet. Diese konzentrirteren Kaliumfabrikate sind besonders

Digitized by Google

für die Ausfuhr geeignet, da sie bei höherer Dungkraft besser eine Preissteigerung infolge hoher Transportkosten zulassen, als die minderhaltigen Kaliumrohsalze.

Als Düngemittel werden insbesondere folgende Salze vertrieben:

Kainit von grauweifser bis rötlicher Farbe enthält etwa

21,5	*Pzt.*	schwefelsaures Kalium,
14,5	„	schwefelsaures Magnesium,
12,5	„	Chlormagnesium,
2	„	Chlorkalium,
34,5	„	Kochsalz,
2,4	„	schwefelsaures Calcium und Thon,
12,6	„	Wasser.

Unter Zusicherung eines Mindestgehaltes von 12,4 *Pzt.* Kali wird das gemahlene Salz mit 1 *Mk.* 50 *Pf.* für 100 *kg* ohne Verpackung verkauft, so dafs 1 *kg* Kali ab Fabrik 12,1 *Pf.* kostet.

Da sich der Kainit, besonders, wenn er in feuchten Räumen aufbewahrt wird, leicht zusammenballt und sich deshalb beim Ausstreuen ungleichmäfsig verteilen würde, so mischt man ihn mit Torfmull, und zwar giebt man 2 oder $2^1/_2$ *Pzt.* Torfmull zu. Der Preis erhöht sich dann um 10 *Pf.* für 100 *kg.*

Der Adlerkainit ist eine Sorte, die weniger hygroskopisch ist und deshalb in gemahlenem Zustande, bei Aufbewahrung in trockenen Räumen längere Zeit locker bleibt.

Carnallit wird zwar meist zur Verarbeitung auf konzentrirte Kaliumsalze benutzt, findet aber auch zur Düngung Verwendung. Für einzelne Kulturen wirkt der hohe Gehalt an Chlorsalzen nachteilig, sonst kann er aber mit Vorteil verwendet werden. Er kommt mit einem zugesicherten Mindestgehalt von 9 *Pzt.* Kali in den Handel; 100 *kg* gemahlener Carnallit kosten 90 *Pf.*, 1 *kg* Kali kostet also darin 10 *Pf.* Da der Carnallit sehr hygroskopisch ist, so dafs er bei längerem Lagern zerfliefst, so mufs er sofort verwendet werden, ein langdauernder Transport ist unthunlich.

Der Sylvinit ist reicher an Kalium als der Carnallit bei geringerem Chlorgehalt auf die Einheit Kalium. Ein weiterer Transport wird den Preis für die Kalieinheit weniger steigern als beim Carnallit.

Es werden 12 *Pzt.* Mindestgehalt an Kalium zugesichert und der Mehrgehalt so bezahlt, dafs 1 *kg* Kali 12,1 *Pf.* kostet.

Krugit und Polyhalit enthalten 12 bis 19 *Pzt.* Kali, bestehen in der Hauptsache aus schwefelsauren Salzen und wenig Beimengung von Chloriden. Diese Salze werden da anzuwenden sein, wo ein gröfserer Gehalt von Chlorsalzen für die Pflanzendüngung nachteilig ist.

Kieserit im Gemisch mit Carnallit als Bergkieserit mit etwa 7 *Pzt.* Kali wird als minderwertiges Düngemittel zu geringem Preise abgegeben und findet in der Nähe der Produktionsstätten zur Wiesendüngung Verwendung.

Digitized by Google

Schwefelsaures Kalium-Magnesium oder gereinigte Kalimagnesia, natürlich als Schönit vorkommend, sonst aus Kainit hergestellt, gehört zu den konzentrirteren Salzen. Es enthält eine zugesicherte Mindestmenge von 25,9 *Pzt.* Kali und besteht aus etwa

50 *Pzt.* schwefelsaurem Kalium,
35 bis 40 „ schwefelsaurem Magnesium,
2 „ 2,5 „ Kochsalz, im übrigen Wasser.

Der Preis beträgt 8,35 *Mk.* für 100 *kg*, so dafs 1 *kg* Kali 32,2 *Pf.* kostet. Das gemahlene Salz bleibt, auch wenn es gröfsere Mengen Feuchtigkeit aufnimmt, trocken pulverig. Es wird besonders da angewendet, wo die Düngung mit Rohsalzen wegen des Gehaltes an Chloriden nicht angängig ist, z. B. bei Tabak und Wein. Für diese Düngungszwecke und für den Gartenbau wird auch kohlensaures Kalium-Magnesium z. B. in Neustafsfurt mit 17 bis 18 *Pzt.* Kaligehalt hergestellt. Auch das phosphorsaure und salpetersaure Kalium ist hierbei vorzugsweise zu verwenden.

Als rohes schwefelsaures Kalium wird ein Salzgemisch zu Düngezwecken verkauft, das

8 bis 12 *Pzt.* schwefelsaures Kalium,
6 „ 10 „ Chlorkalium,
15 „ 20 „ schwefelsaures Magnesium,
35 „ 55 „ Chlornatrium

enthält und eine zugesicherte Mindestmenge von 10 *Pzt.* Kali enthält.

Chlorkaliumsalze sind die reichsten Kalidüngemittel, die 31 bis 62 *Pzt.* Kali oder 50 bis 98 *Pzt.* reines Chlorkalium enthalten. Meist finden sie zu anderen industriellen Zwecken und nur in geringem Umfange, und zwar dann meist bei überseeischer Ausfuhr zu Düngungszwecken Verwendung.

Rückstände und Abfälle von der Verarbeitung der Kaliumsalze werden zum Teil kalzinirt und finden als kalzinirte Düngesalze mit sehr verschiedenem Gehalte an Kalium Verwendung. Dieser beträgt 8 bis 28 *Pzt.* oder noch darüber, da der Wassergehalt durch Kalziniren entfernt wird. Die Salze eignen sich deshalb für weiteren Versand.

Über das Kaliumbedürfnis der Pflanzen sind von *P. Wagner*[1]) in Darmstadt viele Versuche ausgeführt worden. Danach haben die Cerealien ein grofses, bei den einzelnen Arten jedoch verschiedenes Kaliumbedürfnis. Am meisten bedarf Gerste, dann Roggen und Weizen, wenig der Hafer einer Kaliumaufnahme. Ein stärkeres Kaliumbedürfnis als die Cerealien haben Erbsen. Kartoffeln haben, besonders auf leichtem Boden, wenig Kalium nötig und scheinen das im Boden gebundene Kalium bei der Nahrungsaufnahme vorzuziehen. Bei den

[1]) *Wagner*, Zur Kaliphosphat-Düngung nach *Schultz-Lupitz*, Darmstadt 1889.

Digitized by Google

Rüben scheint das Kaliumdüngerbedürfnis nicht besonders grofs zu sein. Wiesenpflanzen sind dagegen für Kaliumdüngung sehr empfänglich. Ganz besonders wirkungsvoll ist die Kaliumdüngung auf Moor- und Sandwiesen. Aber auch die weniger kaliumbedürftigen Pflanzen geben die höchsten Erträge erst dann, wenn man mit einem Überschufs von Kalium düngt.

Beim Rübenbau befördert Kalium die Zuckerbildung. Nach den Versuchen *Hellriegels*[1]) über Gewicht und Zuckergehalt der Rüben bei Anwendung der erforderlichen Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung und verschiedener Mengen Kaliumsalze ergaben sich folgende Zahlen:

Kali im Dünger	Rüben	Zuckergehalt der Rüben
g	*g*	*Prozent*
6,594	804	13,9
2,826	784	12,8
1,884	844	13,6
1,130	696	13,6
1,848	647	10,9
0,565	538	11,2
0,283	268	8,2
0,000	44	0,0

Die Leguminosen-Futterkräuter, besonders Seradella und Luzerne, bedürfen viel Kalium und geben bei genügender Kaliumdüngung weit höhere Erträge als sonst.

Bedeutungsvoll für die Anwendung künstlicher Düngemittel in der Landwirtschaft waren zu Beginn der sechziger Jahre die grundlegenden Lehren *J. Liebigs*. Für die Verwendung der Kaliumdüngemittel ist dann *Dr. A. Frank* in erster Linie thätig gewesen. Anfangs glaubte man die kaliumärmeren Rückstände und Nebenprodukte bei der Verarbeitung der Kaliumsalze mit Vorteil verwenden zu können. Der höhere Kaliumgehalt der Abgänge bei unvollkommeneren Verarbeitungsmethoden in den ersten Jahren ergaben auch einigen Erfolg, so dafs besonders die chemischen Fabriken die Kaliumdüngesalze vertrieben. Mangelnde Kenntnis der zweckmäfsigsten Verwendung und der hohe Gehalt an Chlorsalzen, besonders Chlormagnesium, führten indes zu manchen Mifserfolgen, so dafs man zeitweilig in Zweifel über die Nützlichkeit der Düngung mit Kaliumsalzen geraten konnte.

Die bedeutenden Erfolge, die *Rimpau* in Cunrau bei Moorkulturen mit der Verwendung von Kaliumsalzen erzielte und die Erfahrungen von *Schultz-Lupitz* bei der Kultur von Leguminosen, Lupinen und Hackfrüchten gaben wesentliche Anregungen, und es kam nur noch darauf an, die Düngesalze möglichst billig zum Verkauf stellen zu können, was durch Abgabe der Kaliumrohsalze ermöglicht wurde.

---

[1]) Nach *H. Briem*, *Centralblatt für die Zuckerrübenindustrie der Welt*, *Industrie* 1898, S. 395.

Digitized by Google

Die Kaliumrohsalze geben auf leichtem Sand- und Moorboden die besten Erfolge, da die Nebenbestandteile, Chlornatrium und Chlormagnesium, dazu beitragen, dafs sich der Boden besser feucht hält und bindig wird. Auf schwerem bindigen Boden ist solch eine Wirkung nicht erwünscht. Deshalb verwendet man bei diesem besser die konzentrirten Kaliumsalze, besonders Chlorkalium.

Die Kalidüngung bei der Kultur von Getreide, Wiesen- und Futterpflanzen bietet neben den höheren Körnererträgen noch den Vorteil, dafs von den höheren Stroh- und Futterernten mehr Stallmist gewonnen wird, und da er kalireicher ausfällt, höher verwertet werden kann. Durch das Einstreuen von Superphosphatgyps und rohen Kaliumsalzen (Kainit, Carnallit u. a) läfst sich der Stallmist, der sonst durch langes Lagern auf der Dungstätte an Kraft und Wert verliert, erhalten. Zur Einstreu wird auf ein Stück Vieh von 500 *kg* Lebendgewicht die tägliche Verwendung von 0,3 bis 0,5 *kg* Kainit oder Carnallit oder 0,4 bis 0,6 *kg* Superphosphatgyps empfohlen. Dieser mit rohen Kaliumsalzen gewissermafsen eingepökelte Mist ist besonders für leichten Boden vortrefflich verwendbar, wo eine Verlangsamung der Wirkung und Salzzufuhr erwünscht ist. Den mit Superphosphatgyps behandelten Dünger wird man besser für schweren Boden verwenden. Bei kalkarmem Boden mufs man aufserdem Kalk zusetzen, z. B. Mergel, Kreide, gemahlenen Kalkstein oder Ätzkalk (gebrannten Kalk), auch Scheideschlamm der Zuckerfabriken, wodurch der Boden aufgeschlossen, entsäuert, gelockert und die Wirkung der übrigen Düngemittel erhöht wird.

Rohe Kaliumsalze streut man ebenso wie langsam wirkende Phosphate (Knochenmehl, Thomasschlacke u. a.) schon im Herbste oder spätestens im Winter auf den Acker und pflügt sie mit unter, damit sie rechtzeitig zur Wirkung kommen und auch durch die Winterfeuchtigkeit in tiefere Bodenschichten geführt und von den Wurzeln der Pflanzen erreicht werden. Konzentrirte Kaliumsalze, sowie leicht lösliche Superphosphate werden auch mit Vorteil im Frühjahre verwendet.

Einer der wichtigsten Nährstoffe für die Pflanzen ist der Stickstoff, der zum grofsen Teil aus der Luft, als der billigsten Quelle, in die stickstoffsammelnden Pflanzen gelangt und aus diesen wieder in den stickstoffhaltigen Dünger (Stallmist). Es kommt deshalb sehr darauf an, die Aufnahmefähigkeit der Pflanzen für Stickstoff zu erhöhen und den zumeist aus der Luft gesammelten Stickstoff möglichst reichlich in der Pflanzendüngung (Gründüngung) oder im Stallmist dem Boden wieder zuzuführen. Durch reichliche Kalium- und Phosphordüngung werden die stickstoffmehrenden Pflanzen stickstoffhungrig gemacht und nehmen mehr Stickstoff aus der Luft auf, so dafs man stickstoffreichen Dünger für die stickstoffzehrenden Pflanzen erhält. Zu ersteren, den stickstoffmehrenden, gehören die Wiesenpflanzen und Leguminosen, sowie die Gründüngungspflanzen, die deshalb reichlich mit Kalium und

Digitized by Google

	Rohsalze				Konzentrirte Salze									
					schwefelsaure Salze, fast chlorfrei				chlorhaltige Salze					kohlensaures Kalium-Magnesium
	Kainit	Carnallit	Bergkieserit	Sylvinit	schwefelsaures Kalium		schwefelsaures Kalium-Magnesium	kalzinirter Kieserit	Chlorkalium			kalzinirtes Düngesalz		
					96 *Pzt.*	90 *Pzt.*			90 bis 95 *Pzt.*	80 bis 85 *Pzt.*	70 bis 75 *Pzt.*	höherprozentig	minderprozentig	
Schwefelsaures Kalium	21,3	—	—	5,2	97,2	90,6	50,4	—	—	—	1,7	—	—	40[1]
Chlorkalium	2,0	15,5	11,8	28,3	0,3	1,6	—	—	91,7	83,5	72,5	44,5	25,6	
Schwefelsaures Magnesium . .	14,5	12,1	21,5	3,6	0,7	2,7	34,0	65,8	0,2	0,4	0,8	22,5	31,1	33,6[2]
Chlormagnesium	12,4	21,5	17,2	1,8	0,4	1,0	—	—	0,2	0,3	0,6	4,6	6,3	
Chlornatrium	34,6	22,4	26,7	51,3	0,2	1,2	2,5	0,9	7,1	14,5	21,2	12,4	10,3	1,0
Schwefelsaures Calcium (Gyps)	1,7	1,9	0,8	1,8	0,3	0,4	0,9	6,5	—	—	0,2	2,9	3,5	
In Wasser Unlösliches	0,8	0,5	1,3	4,2	0,2	0,3	0,6	15,7	0,2	0,2	0,5	5,3	10,6	
Wasser	12,7	26,1	20,7	3,8	0,7	2,2	11,6	11,1	0,6	1,1	2,5	7,8	12,6	25,4
Gehalt an reinem Kali														
durchschnittlich	12,8	9,8	7,5	20,7	52,7	49,9	27,2	—	57,9	52,7	46,6	28,1	16,2	18,8
gewährleistet	12,4	9,0	—	15,0	51,8	48,6	25,9	—	56,8	50,5	44,1	20,0	15,0	18,5

[1]) Doppeltkohlensaures Kalium.
[2]) Kohlensaures Magnesium.

Digitized by Google

Phosphorsäure versorgt werden müssen. Der durch Futterbau eingesammelte Stickstoff mufs dann im Stallmist möglichst erhalten bleiben, was durch zweckmäfsiges Einstreuen magnesiumhaltiger Kaliumsalze und saurer Phosphate in den Stall und auf die Düngerstätte möglich ist, so dafs die Verluste bedeutend vermindert werden. Die Aufnahme des Stickstoffs durch die stickstoffzehrenden Pflanzen wird verbessert und erleichtert durch die Düngung mit Kalium- und Phosphorsäure. Eine wirtschaftliche Nutzung des Stickstoffs nach vorstehenden Grundsätzen ist nach *P. Wagner* die Grundlage der ganzen Düngerlehre.

Nach den Durchschnittsanalysen des Verkaufssyndikats der Kaliwerke zu Leopoldshall-Stafsfurt haben die kaliumreichen Düngemittel folgende Zusammensetzung (s. die Tabelle a. v. S.).

Die wachsende Erkenntnis von dem Werte der Kaliumsalze als Düngemittel, besonders um leichteren Boden ertragfähiger zu machen, und die bedeutende Aufnahmefähigkeit dieser Dungstoffe zu landwirtschaftlichen Zwecken eröffnet dem Bergbau auf diese Salze eine günstige Aussicht zur Unterbringung der wachsenden Produktion und zur Vermehrung des Nationalreichtums.

Im übrigen dienen die Kalium- und Magnesiumsalze besonders zu folgenden Zwecken.

Carnallit wird auf Chlorkalium verarbeitet. Bei der Verarbeitung abfallende Bühnensalze werden als Düngesalze verwendet. Aus den Endlaugen gewinnt man Brom und krystallisirtes Chlormagnesium, sowie Magnesia und bereitet daraus den Magnesiacement. Brom gewinnt man als Flüssigkeit oder als Bromeisen und Bromkalium.

Aus den Löserückständen gewinnt man Kieserit und aus diesem Bittersalz, ferner stellt man aus den Rückständen Glaubersalz dar, auch dienen sie als Zusatz bei der Herstellung gewöhnlicher Glassorten. Aus dem Löseschlamm oder Klärschlamm werden noch Düngesalze bereitet. Auch aus Sylvin und Sylvinit gewinnt man Chlorkalium.

Chlorkalium dient mit schwefelsaurem Magnesium zur Darstellung schwefelsauren Kalium-Magnesiums (Schönit) und schwefelsauren Kaliums. Dieselben Produkte gewinnt man auch aus dem Kainit.

Sowohl Chlorkalium als schwefelsaures Kalium dienen wiederum zur Darstellung der Potasche (kohlensauren Kaliums) und des Kaliumhydrats.

Borazit verwendet man zur Gewinnung der Borsäure.

Alle diese Produkte von Chlorkalium, kohlensaures Kalium, Brom, Borsäure u. s. w. finden wiederum in der Industrie eine vielseitige Verwendung, die Kaliumsalze besonders noch zur Erzeugung des Kalisalpeters, chromsauren Kaliums, Alauns u. a.

Über die Verarbeitung der Kaliumsalze siehe den zweiten Teil.

Digitized by Google

Die Besteuerung des Salzes und die Abgabe steuerfreien Salzes, des Viehsalzes und des Gewerbesalzes [1]).

An Stelle des Salzhandelsmonopols in Preufsen und anderen deutschen Staaten ist seit dem 1. Januar 1868 für das Vereinszollgebiet, später für das Deutsche Reich eine Abgabe vom Salz getreten. Diese Abgabe, die 12 *Mk.* für 100 *kg* Salz (Nettogewicht) ausmacht, wird nur von dem im Inlande verbrauchten Salze erhoben und ist von den Salzproduzenten oder Werksbesitzern und bei dem aus dem Auslande eingeführten Salze von den Einbringern zu entrichten, wird aber von diesen auf die Konsumenten abgewälzt, die die Steuer im Salzpreise mit bezahlen.

Ist Salz in Säcken verpackt, so kann das zur Versteuerung kommende Nettogewicht in der Weise ermittelt werden, dafs das Gewicht der Säcke, die in gleicher Gröfse und aus gleichem Stoffe hergestellt sind, vorher im Durchschnitt ermittelt und später von dem Bruttogewicht der gefüllten Kolli abgezogen wird.

Begnügt sich der Steuerpflichtige mit einer Taravergütung von $^1/_2$ *Pct.*, so kann von der Ermittelung des Nettogewichts abgesehen werden.

Von der Abgabe befreit ist das zur Ausfuhr in das Zollvereinsausland bestimmte Salz, das zu Unterstützungen bei Notständen gegebene Salz, das Deputatsalz, das Arbeiter oder Wohlthätigkeitsanstalten erhalten, das zu landwirtschaftlichen und gewerblichen Zwecken bestimmte Salz, mit Ausnahme des Salzes für Gewerbe, die Nahrungs- und Genufsmittel für Menschen bereiten (Tabak, Schnupftabak, Cigarren, Konditorwaren, Mineralwässer, Bäder). Dagegen ist das Salz zum Einsalzen von Heringen und ähnlichen [2]) Fischen und zum Einsalzen und Einpökeln von auszuführenden Gegenständen, und das zur Bereitung und Aufbewahrung von Eis dienende Salz (es dient hier zur Bereitung von Kältemischungen und kommt nicht selbst zum Konsum mit menschlichen Nahrungs- und Genufsmitteln) steuerfrei. Salz zur Eisbereitung wird an alle Gewerbetreibenden, die Nahrungs- oder Genufsmittel für Menschen bereiten, abgabenfrei abgegeben. An Inhaber von Darmschleimereien und an Darmhändler wird Salz zum Salzen der Därme abgabenfrei abgegeben. Auch ist das zum Auftauen von Eis und Schnee auf Strafsen, Reitbahnen, Strafsen- und Bahnsteigen, in Abfall- und Abortröhren, Dolen (Abzugskanälen) und Wasserleitungs-

---

[1]) *Apelt*, Die Gesetzgebung über die Erhebung und Kontrollirung der im deutschen Zollverein bestehenden Salzabgabe. 1870. *E. Trautvetter*, Das Salzabgabengesetz, Berlin 1898, bei J. Springer. *Arndt*, Die Salzsteuer, *Z. f. B.* 1883, **24**, 34.

[2]) Als ähnliche Fische gelten: Breitlinge, Sprotten, nordische Sardellen, Stinte, Schellfische, Kabliaus, Störe, Flundern, Schollen, gewöhnliche Butten, Knurrhähne, die als Nahrungsmittel für weite Bevölkerungskreise dienen.

Digitized by Google

schächten, zur Vertilgung des Hausschwamms und des Graswuchses erforderliche und von Privaten, Anstalten oder Gemeindeverwaltungen benutzte Salz und zwar, obschon sie weder Gewerbe noch Landwirtschaft betreiben, für abgabenfrei erklärt worden. Auch zur Fabrikation von Weizenstärke aus Weizenkörnern, sowie zur Fabrikation von Naturlab kann Salz steuerfrei abgegeben werden. Schaustücke für Ausstellungen bleiben abgabenfrei, wenn sie nicht in den Handel gebracht werden.

Insbesondere kommen folgende Gewerbe in betracht, die steuerfreies Salz erhalten:

Soda- und Natronsulfatfabriken, chemische Fabriken, Seifenfabriken, Glashütten und Glasfabriken, Lederfabriken, Gerbereien und Häutehandlungen, Farbwerke und Färbereien, Steinzeugfabriken, Ofenfabriken und Töpfereien, Viehsalzlecksteinfabriken, Feilenfabriken, Eisenhütten, Kürschner, Papierfabriken, Eisen- und Stahlfabriken, Düngerfabriken, Konditoreien, Kunstwollefabriken, Darmsaitenfabriken, Schiffbauereien, Ölfabriken, Tuchfabriken, Amidonfabriken, Zinkhütten, Handschuhfabriken, Darmhändler, Maschinenfabriken, Seiler, Gelbgiefser, Cementfabriken, Schnellbleicher.

Die abgabenfreie Ausgabe von Salz unterliegt jedoch der Kontrolle der Steuerbehörden. Die von diesem Salz zu erhebende Kontrollgebühr ist ermäfsigt worden und beträgt jetzt (seit dem 1. April 1892) in Preufsen und anderen Bundesstaaten 7 *Pfg.*, in Hessen 10 *Pfg.* für 100 *kg* Salz. In Württemberg wird keine Kontrollgebühr erhoben. Befreit auch von der Kontrollgebühr ist das Salz, das zur Herstellung von Soole zum Salzsieden verwendet wird, sowie das an Natronsulfat-, Soda- und Glasfabriken abgegebene Salz.

Badesalz (Mutterlaugensalz) unterliegt nicht der Besteuerung, ebensowenig wird von den Abraumsalzen der Steinsalzbergwerke die Abgabe erhoben, jedoch sind die Salze zu vermahlen, wenn sie mehr als 36 *Pzt.* Chlornatrium enthalten, und zu denaturiren, wenn sie mehr als 75 *Pzt.* Chlornatrium enthalten. Die von der Salzsteuer befreiten Abraumsalze bleiben jetzt ohne steuerliche Kontrolle, wenn der Salzgehalt nicht mehr als 60 *Pzt.* ausmacht.

Um das steuerfreie Salz von dem steuerbaren unterscheiden zu können und zu verhindern, dafs es mifsbräuchlich zu menschlichen Ernährungs- und Genufszwecken verwendet wird, mufs das Salz mit einigen Ausnahmen mit Stoffen gemischt werden, die es äufserlich leicht kenntlich und für den menschlichen Genufs unbrauchbar machen. Diese Beimischung bezeichnet man als Denaturirung. Nicht denaturirt wird das zur Soolbereitung, zur Umsiedung, zur Natronsulfat- und Sodafabrikation abgegebene Salz, wenn die Verwendung unter ständiger steuerlicher Kontrolle geschieht.

Als Denaturirungsmittel sind folgende Stoffe zu verwenden:

Digitized by Google

1. Bei Handelssalz, nämlich dem Salze, das an Salzhändler zu weiterem Vertrieb überlassen wird und zu landwirtschaftlichen oder gewerblichen Zwecken benutzt werden darf und von den Produzenten auf Vorrat bereitet werden kann:

a) Viehsalz (zur Viehfütterung), $^1/_4$ *Pct.* Eisenoxyd und $^1/_4$ *Pct.* Wermutkrautpulver[1]), gleichviel, ob es aus Siedesalz bereitet wird oder aus Steinsalz. Früher waren bis zum Bundesratsbeschlufs vom 26. Nov. 1896 $^3/_8$ *Pct.* Eisenoxyd und $^1/_4$ *Pct.* Wermutkrautpulver vorgeschrieben, wenn es aus Steinsalz bereitet wurde. (Der höhere Zusatz an Eisenoxyd bei Steinsalz schien deshalb erforderlich, weil dieses nicht die Färbung so stark wie Siedesalz hervortreten läfst.)

b) Viehsalzlecksteine, denselben Prozentsatz Eisenoxyd wie bei Viehsalz, statt Wermutkrautpulver jedoch $^1/_4$ *Pct.* Holzkohlenpulver.

c) Düngesalz, 1 *Pct.* Rufs.

d) Salzabfälle bedürfen keiner Denaturirung, wenn sie sich in solchem Zustande befinden, dafs ihre Verwendung zum menschlichen Genufs ausgeschlossen ist.

2. Bei Bestellsalz, das ist bei dem nur zu gewerblichen Zwecken oder zur Düngung bestimmten Salze, dessen Herstellung auf Bestellung

---

[1]) Die Herstellung des Wermutkrautpulvers geschieht unter steuerlicher Kontrolle. Dafür gelten die Bestimmungen betreffend die Herstellung von Wermutpulver zur Denaturirung von Salz. Bundesratsbeschlufs vom 25. März 1878. Es wird gewonnen aus blütenreichen und beblätterten Stengeln des in Mitteleuropa wild wachsenden und kultivirten Wermuts (Artemisia). Der Preis des Krautes schwankt zwischen 10 und 20 *Mk.* für 100 *kg*. Fertiges Wermutkrautpulver wird zu einem Preise bis zu 60 *Mk.* für 100 *kg* gehandelt.

Zugelassene Wermutkrautpulverfabriken sind die von *Dr. Schmalz* zu Schönebeck bei Magdeburg, der Saline Dürrenberg für den eigenen Bedarf und einige andere staatliche Salinen, von *Noeller* zu Ilversgehofen bei Erfurt, von *Ernst W. Arnoldi* zu Gotha, von *Scheuch* zu Ahl bei Steinau (Bezirk des Hauptsteueramts zu Hanau) und von *J. G. Mohr* zu Bockenheim bei Frankfurt a. M.

Für die Herstellung ist ein Zusageschein der zuständigen Steuerdirektivbehörde erforderlich. Bestimmte Vorschriften für die Herstellungs- und Aufbewahrungsräume müssen erfüllt werden. Jede zu verarbeitende Post Wermutkraut ist anzumelden. Das Kraut wird vor der Einlagerung einer steuerlichen Prüfung unterworfen. Jede Post wird für sich gelagert und nach der Reihenfolge der Einlagerung verarbeitet. Die Verarbeitung geschieht unter beständiger steuerlicher Aufsicht. Die Zerkleinerung nach voraufgegangener Trocknung auf Darren mufs einer bestimmten Normalprobe entsprechen. Das fertige Pulver wird in verschlufsfähige Fässer gefüllt, die unter steueramtlichen Verschlufs genommen werden. Bei der Versendung wird von der Steuerbehörde ein Transportschein beigegeben, der für die Steuerstelle des Ortes des Empfängers und der Verwendung bestimmt ist.

Wermutkraut und Wermutpulver sollen innerhalb zwei Jahren seit der Einlagerung verwendet sein, sonst dürfen sie nur mit besonderer Genehmigung der Steuerdirektivbehörde noch verwendet werden, die erteilt wird, wenn noch eine ausreichende Wirkung für die Denaturirung erwartet werden kann.

Digitized by Google

erfolgt und das vom Besteller selbst verwendet wird und auch in den unter Steueraufsicht stehenden Gewerberäumen des Empfängers denaturirt werden, aber an andere Personen nicht abgegeben, auch nicht zu anderen als den bezeichneten Zwecken verwendet werden darf, können nach Wahl des Bestellers aufser den vorher bei Handelssalz genannten Stoffen noch folgende Denaturirungsmittel angewendet werden, wie sie sich für die bestimmte Verwendungsart am besten eignen:

1 *Pzt.* Braunstein, 1 *Pzt.* Smalte, $^3/_4$ *Pzt.* Mennige, 2 *Pzt.* feines Holzkohlen-, Torf-, Braunkohlen- oder Steinkohlenmehl, $^1/_2$ *Pzt.* Kienrufs, 1 *Pzt.* Rufs, 5 *Pzt.* Palmöl, Kokosöl oder Thran, 1 *Pzt.* feines trockenes Seifenpulver, dessen Reinheit nach einem besonderen Verfahren von der Steuerbehörde geprüft wird [1]), 4 *Pzt.* Eisen- oder Kupfervitriol, 6 *Pzt.* Alaun mit $^1/_8$ *Pzt.* Kienöl. Auch können zugelassen werden: $^1/_2$ *Pzt.* Mineralöl (Braunkohlenöl u. a.), $^1/_4$ *Pzt.* Eisenoxyd mit 0,05 *Pzt.* Tieröl, 2 *Pzt.* Schwefelsäure (von 66° *B.* mit 3 bis 4 *Tln.* Wasser verdünnt) oder 1 *Pzt.* Schwefelsäure von 66° *B.* mit 1 *Pzt.* Wasser, wenn die Denaturirung auf dem Werke geschieht und ein anderes Mittel nicht anwendbar ist, 2 *Pzt.* starke, rauchende Salzsäure, 2 *Pzt.* Pinksalz (ein Zinnsalz, Rosasalz, Zinnammoniumchlorid) [2]), $1^1/_2$ *Pzt.* Zinnchlorür.

Bei der Denaturirung in den Gewerberäumen der Empfänger können auch noch $^1/_4$ *Pzt.* Kienöl oder $^1/_4$ *Pzt.* Petroleum, auch andere Mittel, mit Ausnahme von Karbolsäure, mit Genehmigung der Zollbehörde zugelassen werden. In den Salinen und Salzwerken darf dasselbe geschehen, wenn das denaturirte Salz auf dem Werke steueramtlich verschlossen und unter Kontrolle gestellt wird. Es darf dann

---

[1]) Anleitung zur chemischen Untersuchung von Seifenpulver (Bundesratsbeschlufs vom 9. März 1880, § 163 der Protokolle). Anlafs war die Beobachtung, dafs das zur Denaturirung von Salz bestimmte Seifenpulver wenig oder gar keine Seife enthielt, sondern aus Stoffen wie Talk, Magnesia, Thon bestand, die in Wasser nicht löslich waren und den Geschmack des Salzes kaum veränderten, so dafs eine Verwendung als Speisesalz nicht ausgeschlossen blieb.

Die Prüfung erfolgt mit einer Probeflüssigkeit, die zu gleichen Raumteilen aus 85 *pzt.* Alkohol und konzentrirter Essigsäure besteht. Auf 1 *g* Pulver gieſst man 10 bis 15 *ccm* der Lösung und erwärmt dann bis zum Kochen. Seifenpulver giebt dann eine klare Lösung, fremde Bestandteile setzen sich zu Boden. Verdünnt man die geklärte und abgegossene Flüssigkeit mit der gleichen oder doppelten Menge Wasser, so scheiden sich die Fettsäuren der Seife an der Oberfläche als ölige Masse ab, was bei dem mineralischen Seifenpulver Talk u. a. nicht in Erscheinung tritt. Sind kohlensaure Alkalien (Soda) oder Erde (Kreide, Magnesia) beigemischt, so machen sich diese durch Aufbrausen bei dem Zusatz der Probeflüssigkeit bemerkbar. Eine mäfsige Kohlensäureentwickelung zeigt auch gewöhnliches, unvermischtes Seifenpulver. Reines Seifenpulver hat eine etwas gelbliche Farbe, einen schwach laugenhaft-fettigen Geschmack und schwachen Seifengeruch, was mineralische Fälschungsmittel nicht haben.

[2]) $(NH_4)_2 . SnCl_6$, dient auch als Beize in der Zeugdruckerei.

Digitized by Google

vom Empfänger nur durch Vermittelung des Steuerbeamten in Empfang genommen werden.

Salzabfälle und Pfannenstein müssen ebenfalls denaturirt werden, es kann jedoch unter gewissen Kontrollvorschriften, und wenn sie weniger als 75 *Pzt.* Chlornatrium enthalten, davon abgesehen werden.

Undenaturirt und abgabenfrei bleibt das zur Herstellung von Siedesoole aufgelöste, das an Natronsulfat- und Sodafabriken abgegebene, oder zur Herstellung und Aufbewahrung gesalzener Därme bestimmte und unter steueramtlicher Aufsicht verwendete Salz.

Das zur Nachpökelung von Heringen und ähnlichen Fischen bestimmte Salz mufs auf je 50 *kg* mit 6 *Liter* Heringslake unter amtlicher Aufsicht denaturirt werden.

Die Denaturirungsmittel wählt man, je nachdem sie für den Verwendungszweck des Salzes sich eignen.

Bei Gewerbesalz hat man als Zusätze 1 bis $1^1/_4$ *Pzt.* Eisenoxyd oder ebenso viel Manganerz, auch wohl $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ *Pzt.* Eisenvitriol oder 12 bis 15 *Pzt.* Glaubersalz oder Salzsäure in Anwendung gebracht. Soll das Salz zur Darstellung von Salzsäure und schwefelsaurem Natrium dienen, so ist der Zusatz von Glaubersalz oder Salzsäure ohne Nachteil, während Eisen- oder Manganverbindungen nachteilig sind. Unschädlich sind diese dagegen, wenn Chlor gewonnen werden soll. Allerdings absorbirt das Eisen einen Teil der Säuren bei der Chlorbereitung.

Salz für chemische Fabriken versetzt man auch mit 1 *Pzt.* Schwefelsäure von 50° *B.*, das für Seifensiedereien und Gerbereien mit $^1/_4$ *Pzt.* Petroleum oder mit Seifenpulver.

Mit Eisenoxyd allein wird das Salz für landwirtschaftliche Zwecke nicht genügend sicher denaturirt, da das Eisenoxyd unschädlich ist und sich beim Auflösen des Salzes leicht zu Boden setzt[1]).

---

[1]) Gegen die Denaturirung des Salzes mit Mitteln der bezeichneten Art wendet sich u. a. Prof. *H. Erdmann* in Halle, der zur Denaturirung (auch des Spiritus) die Färbung mit künstlichen Farbstoffen vorschlägt. Jetzt suche man Stoffe auf, die sich durch hervorragende Scheufslichkeit des Geschmackes oder Geruchs auszeichnen und mische sie dem vorher sorgfältig gereinigten Gute bei. Dies sei eine Rohheit und ein unwirtschaftliches Verfahren, da die Waaren dadurch teurer und schlechter würden. Die Denaturirungsmittel kosteten Geld und Fracht, beim Spiritus 10 bis 15 *Pzt.* des Wertes, beim Salz oft noch mehr. Dem stehe keine gröfsere, sondern eine verminderte Brauchbarkeit gegenüber. Das mit Wermut und Eisenoxyd versetzte Salz habe an Würzkraft und Leichtlöslichkeit eingebüfst und führe dem Magen der Tiere einen unverdaulichen Bestandteil zu. Kennzeichnung durch Färbung sei das vernünftigste bei der grofsen Färbekraft der künstlichen Farbstoffe. Das geeignetste in jedem Falle müsse gewählt werden, bei Salz z. B. würden 1 : 10 000 Patentblau genügen. (Sitzung des Vereins deutscher Chemiker, *P. J.* 1897, **304**, 48. Bericht in *Ztschr. f. angew. Chem.*)

Die Hauptbedingung mufs jedenfalls auch dann erfüllt werden, dafs das gefärbte Salz nicht zu Speisezwecken verwendet werden kann und dafs sich bei dem zu gewerblichen Zwecken gefärbten Salze die Farbe nicht auf die mit Kochsalz oder dessen Lösung behandelten Stoffe überträgt.

Digitized by Google

Im Deutschen Reiche sind im Jahre 1897/98 folgende Stoffe als Denaturirungsmittel gebraucht worden[1]):

I. Beim Gewerbesalz.

Für Salzhändler auf Vorrat: $^3/_4$ *Pct.* Mennige, $10^1/_4$ *Pct.* Antimondoppelsalz, $^1/_2$ *Pct.* Thran und $^1/_4$ *Pct.* Eisenoxyd oder $^1/_4$ *Pct.* Wermutpulver, 1 *Pct.* Seifenpulver, $^1/_4$ *Pct.* Kienrufs, 1 *Pct.* Rufs, Heringslake, Petroleum.

Für Soda- und Glaubersalzfabriken: $^1/_4$ *Pct.* Petroleum, 1 bis 6 *Pct.* Schwefelsäure und 5 *Pct.* kalzinirtes Glaubersalz, kalzinirte Soda, Ammoniaklauge, schwefelsaures Natrium, 2 *Pct.* verdünnte rauchende Salzsäure, 8 *Pct.* Ätzammoniak, 2,56 *Pct.* saures Sulfat, 3 *Pct.* gemahlenes Bisulfat, 5 *Pct.* Anilinmutterlauge, $^1/_2$ bis 2 *Pct.* verdünnte Farbstoffe, 3 bis 5 *Pct.* Sodalauge, 3 *Pct.* Ätznatronlauge.

Für chemische und Farbenfabriken: 2 bis 3 *Pct.* Farbstoffe, $^1/_4$ *Pct.* Petroleum, 2 *Pct.* verdünnte Schwefelsäure, 1 *Pct.* Smalte, Steinkohlenmehl, Glaubersalz, Anilinfarbstoffe, Thran, Seifenpulver, $^3/_4$ *Pct.* Mennige, Eisenvitriol, Holzkohlenmehl, 1 *Pct.* Braunstein, 5 *Pct.* Kupferchlorid, 2 *Pct.* rauchende Salzsäure, 5 *Pct.* Anilinfarbenlauge, 5 *Pct.* Indigokarminlösung, 2 *Pct.* Antimonsalz, 1 *Pct.* Chlorkalk, $^1/_4$ *Pct.* Quecksilbersublimat, phosphorsaures Calcium, Salmiak, kalzinirte Ammoniaksoda, 10 *Pct.* Abwasser von der Indigo-Karminfabrikation, 5 *Pct.* Schwefelkies und Schwefelkiesabbrände, Mutterlauge, schwefelsaures Ammonium, $^1/_4$ *Pct.* Ultramarin, gemahlene Bleiglätte, 0,2 *Pct.* übermangansaures Kalium, 10 *Pct.* schwefelsaures Kupferoxyd, $^1/_4$ *Pct.* Kienöl, Paraffinöl, 4 *Pct.* Zinkvitriol in flüssiger Form.

Für Seifenfabrikation, Ölraffinerien und Wachsfabrikation: $^1/_4$ *Pct.* Petroleum, $^1/_4$ *Pct.* Kienöl, 1 *Pct.* Seifenpulver, 5 *Pct.* Palmöl oder 2 *Pct.* kalzinirte Soda, Smalte, 1 *Pct.* Braunstein, 5 *Pct.* kalzinirte Soda, $^1/_2$ *Pct.* Mineralöl, $^1/_2$ *Pct.* Braunkohlenmehl, Seife.

Für Glashütten und Glasfabriken: $^1/_4$ *Pct.* Petroleum, 1 *Pct.* Braunstein, Mennige.

Für Gerbereien, Lederfabriken, Häutehändler und Pelzwaarenfabrikanten, sowie für Abdecker: $^1/_4$ *Pct.* Petroleum, 6 bis 15 *Pct.* Alaun, Seifenpulver, Kienöl, Smalte, Braunstein, Paraffinöl, $^1/_2$ *Pct.* Mineralöl, Holzkohlenmehl, $^1/_4$ *Pct.* Eisenoxyd, Wermutpulver, Mennige, Darmpökel, 4 *Pct.* Darmlake, 3 *Pct.* Labsalzlauge, $2^1/_2$ *Pct.* Darmschleim, 5 *Pct.* Glaubersalz, 1 *Pct.* Rufs, Braunkohle, 4 *Pct.* Eisenvitriol, 5 *Pct.* kalzinirte Soda.

Für Metallwaarenfabriken und Hütten: 2 *Pct.* Holzkohlenmehl, Petroleum, 3 bis 5 *Pct.* Schwefelkiesabbrände und 5 *Pct.* schwefelsaures Bleioxyd, Braunstein, Braunkohlenmehl, 1 *Pct.* Rufs, Steinkohlenmehl, 2 *Pct.* rauchende Salzsäure, $^1/_4$ *Pct.* Eisenoxyd, $^1/_2$ *Pct.* Thran, 2 *Pct.* Klauenpulver, 5 *Pct.* Klauenmehl.

---

[1]) *Vierteljahrsheft zur Statistik des Deutschen Reiches.*

Digitized by Google

Für Töpfereien, Steingut-, Thonwaaren- und Ofenfabriken: 3/4 *Pct.* Mennige, 12 *Pct.* Steinkohlenstaub, Braunstein, Holzkohlenmehl, Braunkohlenmehl, 1/2 *Pct.* Thran und 1/4 *Pct.* Eisenoxyd, 1/4 *Pct.* Kienruſs, 1 *Pct.* Ruſs, 10 *Pct.* Cementmehl, 10 *Pct.* Sand, 1 *Pct.* Smalte.

Für Papierfabriken: Petroleum.

Für Schiffbauereien, zum Tränken von Holz u. dergl.: Braunkohlenmehl, Braunkohlenkreosotöl, 1/4 *Pct.* Petroleum, 1 *Pct.* Braunstein.

Für Webereien, Tuchfabriken, Kunstwollfabriken, Wollwäschereien, Bleichereien, Färbereien, Seilereien und Zeugdruckereien: Petroleum, Seifenpulver, Paraffinöl, 1/4 *Pct.* Kienöl, 1/4 *Pct.* Eisenoxyd und 1/2 *Pct.* Thran, Methylviolett, 4 *Pct.* Eisenvitriol, Schwefelsäure, Holzkohle, Braunstein, 1 *Pct.* doppeltchromsaures Kalium.

Für Eiskeller, Eisfabriken und zur Konservirung: 1/4 *Pct.* Petroleum, 2 *Pct.* Salzsäure, 3/4 *Pct.* Mennige, Eisenvitriol, Paraffinöl, Kienruſs, 3 *Pct.* Salzlauge, Seifenpulver, Braunstein, Holzkohlenmehl, Darmlake, 2 *Pct.* Steinkohlenmehl, Kienöl, 2 *Pct.* Torfmehl, 1/2 *Pct.* Thran, 1/4 *Pct.* Eisenoxyd, 1/4 *Pct.* Mineralöl, Holzkohlenasche, 1/4 *Pct.* Wermutpulver, Käseablauge.

Für Pferdebahnen, Reitbahnen, zum Auftauen von Eis: 1/2 *Pct.* Thran, 1/4 *Pct.* Braunrot, 1/4 *Pct.* Kienruſs, 1/4 *Pct.* Petroleum, Eisenoxyd, Paraffinöl, 1 *Pct.* Ruſs, 1/2 *Pct.* Mineralöl, Braunstein, 1/4 *Pct.* Wermutpulver, 2 *Pct.* Braunkohlenmehl.

Für sonstige Zwecke: Braunkohlenmehl, Petroleum, 1 *Pct.* Braunstein, 1/4 *Pct.* Eisenoxyd, 1/2 *Pct.* Thran, Mennige, 5 *Pct.* Schwefelkiesabbrände.

II. Beim Vieh- und Düngesalz.

Für Viehsalz: 1/4 *Pct.* Eisenoxyd und 1/4 *Pct.* Wermutpulver, Holzkohlenpulver, 1/4 *Pct.* englisch Rot, Kohlenasche.

Für Düngesalz: 1/4 *Pct.* Petroleum, 1 *Pct.* Kohlenstaub, Ruſs, Braunkohlenmehl, Düngestoffe, 1/4 *Pct.* englisch Rot, 1/4 *Pct.* Wermutpulver, Kehricht, Kohlenasche, gemahlener Dornstein, Lehm.

Zur Kontrolle des Salzabsatzes für die Erhebung der Steuer, des Verkaufes abgabenfreien Salzes, der Denaturirung dieses Salzes, der Prüfung der Denaturirungsmittel, und der Verwiegung, Verpackung und Verladung sind auf den Werken Salzsteueraufseher angestellt und Salzsteuerämter eingerichtet, die unter der Kontrolle von Steuerkontrolleuren, Hauptsteuerämtern und einer Provinzialdirektivbehörde stehen.

Wer Betriebe einrichten will oder besitzt, in denen Salz als Haupt- oder als Nebenprodukt gewonnen wird, muſs der Steuerbehörde Anzeige erstatten und bestimmte Vorschriften erfüllen. Alle Veränderungen an den Einrichtungen sind dem Hauptsteueramte vor der Ausführung anzuzeigen.

Die zu erfüllenden Vorschriften sind insbesondere:

Digitized by Google

Die Salzwerksbesitzer haben dafür zu sorgen, dafs der Zugang zu den Siedegebäuden und den Trockenräumen, sowie zu den Räumen, in denen Steinsalz ausgeschieden oder zerkleinert wird, leicht beaufsichtigt und durch sicheren Verschlufs behindert werden kann. Die Salzmagazine sind so einzurichten, dafs sie vor gewaltsamer oder heimlicher Entfernung des Salzes genügend gesichert sind. Der Salzwerksbesitzer mufs die zur Anlegung des steuerlichen Mitverschlusses erforderlichen Einrichtungen treffen. Das Salz darf nur in den dazu angemeldeten Gefäfsen, Vorrichtungen und Räumen aufbewahrt werden. Es darf nur unmittelbar aus den Siederäumen in die Magazine oder zunächst in die Trockenräume und von da unmittelbar in die Magazine gebracht, also in keinem anderen Raume niedergelegt werden. Von dem Zeitpunkte des Beginns des Transportes des Salzes aus dem Trockenraume nach dem Magazine sind die Kontrollbeamten vorher zu benachrichtigen. Über den Betrieb des Salzwerkes und über das gewonnene und das verabfolgte Salz mufs genau Buch geführt und die betreffenden Bücher den Steuerbeamten auf Verlangen jederzeit vorgelegt werden. Sie werden vom Salzsteueramte gesiegelt und foliirt.

Der Zutritt zu allen innerhalb der Betriebsanstalt belegenen Räumlichkeiten und Gebäuden, wenn sie nicht lediglich Wohnräume sind, mufs den mit der Kontrolle beauftragten Beamten und deren Vorgesetzten jederzeit, also auch aufserhalb der Dienststunden, frei stehen. Die Betriebsgebäude müssen, soweit es die Arbeiten gestatten, verschlossen gehalten werden, der Eintritt darf aufser den Steuerbeamten und den Salzwerks- und Salinenbeamten nur solchen Personen, die das Salzwerk aus technischen, wissenschaftlichen oder ähnlichen Gründen besuchen, und sonst nur den auf dem Salzwerke beschäftigten Personen gestattet werden. Personen, welche Salzhandel betreiben oder durch ihre Angehörigen betreiben lassen, darf auf dem Salzwerke keine Beschäftigung gewährt werden, der Eintritt in das Salzwerk ist unbefugten Personen zu untersagen. In den Wohnungen, die sich innerhalb der Salzwerksräume und der zugehörigen Höfe oder in baulicher Verbindung mit den Salzwerken befinden, darf Salz irgend welcher Art nicht in gröfserer als der von der Steuerbehörde gestatteten Menge aufbewahrt werden. Die nötigen Vorrichtungen zum Verwiegen und zur Denaturirung des Salzes, sowie die Stoffe zur Denaturirung müssen beschafft und das erforderliche Personal gestellt werden. Gegen Entschädigung ist der Steuerverwaltung auf Verlangen ein angemessenes Lokal zur Geschäftsführung, zum Aufenthalt und zur Übernachtung der Beamten zu stellen. Auf Verlangen der Steuerbehörde ist der Salzwerkshof mit einer angemessenen Umfriedigung, deren Kosten die Steuerkasse bei der ersten Einrichtung zur Hälfte trägt, zu umgeben und bei Nacht verschlossen zu halten.

Demgemäfs werden die Werke, damit kein Salz unkontrollirt entfernt werden kann, mit einer hohen Einfriedigung umgeben, in der

Digitized by Google

Einfriedigung liegende Fenster müssen vergittert sein. Die Thore der Einfriedigung müssen nach Ende der Dienststunden geschlossen gehalten werden. Nur durch die bestimmten Thore und während der Dienststunden des Salzsteueramtes darf Salz abgefahren werden. In den Wohnungen innerhalb der Werkseinfriedigung darf Salz in Mengen von mehr als 5 *kg* auf den Kopf der Bewohner nicht aufbewahrt werden.

Der Hausbedarf der Salzwerksbesitzer, Beamten und Arbeiter an Salz darf nur in längeren, mindestens vierteljährlichen Zeitabschnitten auf besondere schriftliche Anmeldung nach zuvoriger Versteuerung entnommen werden. Abgabe von Soole und Mutterlauge mufs dem Steueramte schriftlich angemeldet werden.

In geringeren Mengen als 25 *kg* darf Salz von Salzwerken nicht verabfolgt werden. Für Soole und Mutterlauge besteht eine derartige Grenze nicht.

Bei der Versendung versteuerten oder auf Steuerkredit entnommenen oder abgabenfreien denaturirten Salzes in den freien Verkehr ist jedem Transporte ein Versendungsschein beizugeben. Für das Salz, das ins Ausland geht, oder zu späterer Denaturirung oder undenaturirt zur Verwendung unter steuerlicher Kontrolle abgabenfrei abgegeben wird, mufs ein Begleitschein I ausgefertigt, und dieser der Sendung beigefügt werden. Soll aber die Steuer von einem anderen Steueramte, z. B. des Empfangsortes, erhoben werden, so ist der Sendung ein Begleitschein II beizugeben. Die Transportwagen erhalten dann einen steuerlichen Bleiplombenverschlufs, der nur von einem Steuerbeamten am Empfangsorte entfernt werden darf. Zweck der Begleitscheine ist, die richtige Ausfuhr, Verwendung abgabenfreien oder Erhebung der Steuer von abgabenpflichtigem, noch nicht versteuertem Salze durch die Steuerämter kontrolliren lassen zu können. Für die Abfertigung dieser Sendungen an der Empfangsstelle ist eine bestimmte Frist bewilligt. Das Empfangsamt sendet, wenn die richtige Ausfuhr, Denaturirung, Verwendung des undenaturirten, abgabenfreien Salzes festgestellt, oder der Steuerbetrag für die Salzsendung bezahlt ist, oder bei Kredit anerkannt ist, an das Salzsteueramt, das die Begleitscheine ausgefertigt hatte, Erledigungsscheine mit den vorgeschriebenen erforderlichen Angaben. Für die Erledigung der Sendungen sind gewöhnlich 14tägige Fristen gestellt.

Für die steuerliche Behandlung gelten die durch Bundesratsbeschlufs vom 5. Juli 1888 neu gefafsten besonderen Regulative, die Anweisung zur Ausführung des Vereinszollgesetzes und das Begleitschein-Regulativ, und insbesondere die Ausführungsbestimmungen zu dem Gesetze über die Erhebung einer Abgabe von Salz vom 12. Oktober 1867 und die Bestimmungen über die Befreiung des zu landwirtschaftlichen und gewerblichen Zwecken bestimmten Salzes von der Salzabgabe, denen sich die über die Herstellung von Wermutpulver und die Prüfung von Seifenpulver für die Denaturirung und andere anreihen.

Digitized by Google

Eine besondere Anweisung ist für Staatssalzwerke und eine andere für Privatsalinen gegeben worden, ferner eine Anweisung zur Erhebung der Salzabgabe bei den Zoll- und Steuerstellen, die sich nicht an Salzwerksorten befinden.

Die Kosten der steueramtlichen Überwachung hat der Salzwerksbesitzer zu tragen, wenn nicht mindestens 600 *t* versteuertes Salz jährlich abgesetzt werden.

Das Salz geht von dem Augenblicke der Gewinnung an unter steuerliche Aufsicht, wird in steueramtlich verschlossenen Magazinen aufbewahrt, gelangt dann entweder versteuert oder denaturirt und unversteuert, in den Handel oder, und zwar in einigen Fällen auch undenaturirt und unversteuert, jedoch unter ständiger steueramtlicher Kontrolle (s. S. 347) zum unmittelbaren Verbrauch, oder es wird vernichtet. Die Vernichtung des Salzes wird dadurch bewirkt, dafs man es auflöst und die Lösung wegfliefsen läfst, insbesondere dadurch, dafs man das Salz in einen Flufs, See oder ins Meer schüttet, oder auch in der Erde genügend tief vergräbt.

Derartige Vernichtungen kommen vor, wenn Salz bei Schürf- und Bohrarbeiten oder beim Abteufen von Schächten in geringen Mengen gewonnen worden ist, ohne dafs man dafür eine Verwendung hat, oder die hohe Steuer bezahlen will. Oft bleibt es dann unter steueramtlichem Verschlufs, bis es wieder in die Grubenräume zum Versatz zurückbefördert worden ist.

Produktion, Einbringung in die Magazine und Ausgabe aus den Magazinen wird von der Steuerbehörde kontrollirt. Sobald das Salz in den freien Verkehr gebracht werden soll, mufs die Salzabgabe gezahlt werden. Das geschieht entweder an der Produktionsstätte beim Versand oder am Empfangsorte, wenn der Salzhändler das Salz in Empfang nimmt. Jedoch wird für die Bezahlung der Salzabgabe bei vorheriger Sicherheitsleistung ein Ausstand (Kredit) bis zu drei Monaten gewährt. Dieser Kredit wird Produzenten und Salzhändlern nur gewährt, wenn die Salzabgabe jährlich mindestens 3000 *Mk.* ausmacht. Auf die für abgabenfreies Salz zu erhebende Kontrollgebühr wird kein Kredit bewilligt. Auch die Hinausschiebung der Zahlung bis zum Monatsschlufs ist unzulässig.

Salzhändler, die zu landwirtschaftlichen oder gewerblichen Zwecken bestimmtes denaturirtes Handelssalz, sowie Gewerbetreibende, die denaturirtes Bestellsalz zu gewerblichen Zwecken beziehen wollen, müssen einen von der Steuerbehörde ihres Wohnortes ausgestellten Salzbezugsberechtigungsschein vorlegen, der für jede Salzbestellung oder auch für ein Kalenderjahr ausgestellt wird. Aufserdem mufs für jede Bestellung ein schriftlicher Bestellzettel vorgelegt werden. Landwirte, die denaturirtes Handelssalz für landwirtschaftliche Zwecke unmittelbar von Salzwerken oder von Salzhändlern zur eigenen Verwendung beziehen wollen, brauchen keinen Bestellzettel und Salzbezugsberechtigungsschein vorzulegen.

Digitized by Google

Das zu landwirtschaftlichen und gewerblichen Zwecken bestimmte Salz kann sowohl von inländischen Salzwerken und aus Fabriken, in denen Salz als Nebenprodukt gewonnen wird, als auch unter Zollkontrolle aus dem Auslande und aus Niederlagen für unversteuertes Salz bezogen werden. Aus dem Auslande bezogenes denaturirtes Salz wird im Inlande wie undenaturirtes Salz behandelt.

Salzabfälle werden meist nur denaturirt abgegeben. Unzerkleinerter Pfannenstein darf undenaturirt an einzelne Fabrikanten und an Landwirte abgelassen werden, wobei eine steuerliche Kontrolle über den Verbrauch vorgeschrieben ist. Landwirte müssen Gattung und Stückzahl des Viehes und die Jahresbedarfsmenge angeben, die eine gewisse von der Steuerbehörde für das Stück Vieh festgesetzte Menge nicht überschreiten darf. In Preußen dürfen z. B. für ein Stück Großvieh 18 *kg*, für ein Stück Kleinvieh 2,5 *kg*, im Königreich Sachsen entsprechend 25 *kg* und 5 *kg* unzerkleinerter Pfannenstein für das Jahr bezogen worden. Ein Bezugsberechtigungsschein braucht nicht vorgelegt zu werden, jedoch ein Bestellzettel mit der Angabe des Viehstandes. Die Landwirte dürfen den Pfannenstein auch zerkleinern und in dieser Form oder aufgelöst dem Viehfutter oder der Viehtränke beigeben.

Wird jedoch Pfannenstein in zerkleinertem Zustande, z. B. zu Düngungszwecken oder zum Auftauen von Eis, abgegeben, so muß er vorher denaturirt werden.

Die Verwendung des Pfannensteins zur Viehfütterung ist sowohl für Haustiere als für Wild zugelassen. Bei Wild müssen die Salzlecken (Jagdsülzen) ihrer Lage nach bezeichnet werden.

Salzhändlern ist der Bezug des Pfannensteins versagt. Die Verwendung zu Düngungszwecken ist nicht ausdrücklich zugelassen. In diesem Falle muß der Pfannenstein zerkleinert und denaturirt bezogen werden, was dann auch Salzhändlern erlaubt ist.

Schmutz- oder Fegesalz sind je nach der Herkunft entweder wie Siedesalz oder wie Steinsalz zu denaturiren, Salzschlamm und Abfallsalz in chemischen Fabriken wie Schmutzsalz von Siedereien.

Dornstein von Gradirwerken enthält hauptsächlich Gyps und nur sehr wenig Kochsalz. Er wird ohne steueramtliche Kontrolle abgegeben. Erlaubt ist, gemahlenen Pfannenstein mit gemahlenem Dornstein gemischt als Düngesalz undenaturirt abzugeben, wenn der Salzgehalt eine niedere Grenze (25 *Pzt.*) nicht übersteigt.

Viehsalzlecksteine, die aus Siedesalz oder in der Regel aus Steinsalz bereitet und denaturirt werden, können wie denaturirtes Handelssalz an Salzhändler abgegeben werden.

Das für landwirtschaftliche oder gewerbliche Zwecke denaturirte Handelssalz darf ohne Rücksicht auf die Denaturirungsmittel (abgesehen davon, daß einzelne nicht für alle Zwecke verträglich sind) sowohl zur Viehfütterung, als zur Düngung und zu gewerblichen Zwecken

Digitized by Google

bei allen Gewerben benutzt werden, denen überhaupt der abgabenfreie Bezug von Salz erlaubt ist. Jedoch darf das denaturirte Handelssalz von den Salzwerksbesitzern und Salzhändlern nicht allen beliebigen Personen abgegeben werden. Vielmehr unterliegt diese Weiterveräufserung bestimmten Einschränkungen. Es darf dieses Salz nur an folgende Personen abgelassen werden:

1. An Landwirte oder Gewerbetreibende der bezeichneten Art zur Verwendung für diejenigen landwirtschaftlichen oder gewerblichen Zwecke, für die Salz abgabenfrei zugelassen ist.

2. An Salzhändler zur Weiterveräufserung an die unter 1 genannten Personen, oder zur Verwendung im etwaigen eigenen landwirtschaftlichen oder gewerblichen Betriebe der unter 1 bezeichneten Art.

3. An die vorgenannten Personen, sowie an sonstige Personen, die weder Gewerbe noch Landwirtschaft betreiben, zum Auftauen von Eis und Schnee auf Strafsen u. a. (s. S. 346), zur Vertilgung des Hausschwammes und des Graswuchses.

Jedoch ist dabei Voraussetzung, dafs diesen Personen nicht etwa wegen mifsbräuchlicher Verwendung steuerfreien Salzes der Anspruch auf steuerfreien Bezug entzogen worden ist, dafs die Personen, wenn ihnen nach Nr. 1 und 2 Salz abgelassen werden soll, kein Gewerbe betreiben, in dem Nahrungs- oder Genufsmittel für Menschen hergestellt werden, und dafs, wenn Salz gemäfs Nr. 2 abgegeben werden soll, die Salzhändler das Salz in vorgeschriebener Weise bestellen und einen Salzbezugsberechtigungsschein vorlegen.

Betreffs der Soole und Mutterlauge wird bestimmt, dafs salzhaltige Quellen, deren Soole zur Versiedung nicht benutzt wird, sowie Mutterlauge von der Steuerbehörde unter Aufsicht gestellt, d. h. unter Verschlufs genommen werden kann, um mifsbräuchliche Verwendung zu verhüten. Soolquellen und Soolbrunnen stehen unter steueramtlicher Aufsicht, werden sie zur Salzbereitung oder sonstigen gewerblichen Zwecken nicht benutzt, so müssen sie, wenn thunlich, für das Publikum durch feste Verdeckung ganz unzugänglich gemacht werden.

Zu Bädern in gröfseren Badeanstalten auf Bescheinigung der Besitzer, an einzelne Personen auf Bescheinigung des Hausarztes über die Zahl der verordneten Bäder oder die erforderliche Menge, kann Soole von dem Salzsteueramt, oder, wo kein solches besteht, von dem zuständigen Hauptzoll- oder Hauptsteueramt verabfolgt werden. Mutterlauge, die höchstens 3 *Pzt.* Chlornatrium enthält, kann ohne Kontrolle abgegeben werden. Chemische Fabriken, in denen derartige Mutterlauge in gröfseren Mengen verarbeitet werden, unterliegen jedoch einer Beaufsichtigung. Mutterlauge, die mehr als 3 *Pzt.* Chlornatrium enthält, kann an Privatpersonen zu Bädern in angemessenen Mengen ohne ärztliche Bescheinigung und auch an die mit Berechtigungsschein versehenen Händler ohne Kontrolle abgegeben werden. Es gilt dies nur

Digitized by Google

für die beim Versieden zuletzt zurückbleibende Lauge, der der in der Soole enthaltene Kochsalzgehalt zum gröfsten Teil bereits entzogen ist.

Wird Soole und Mutterlauge zu anderen Zwecken verabfolgt, so wird die Salzsteuer nach dem Gewicht ohne Rücksicht auf den Salzgehalt[1]) erhoben, es sei denn, dafs von der obersten Landesfinanzbehörde nach den Bestimmungen des Gesetzes die steuerfreie Verabfolgung zugelassen worden ist. Dies geschieht z. B. zur Herstellung von Mineralwässern, insbesondere zu Heilzwecken, z. B. Soole zum Trinken als Heilmittel für Leidende. Die Rakoczy-Soolquelle in Kissingen darf ohne steuerliche Kontrolle, so lange kein Mifsbrauch vorkommt, auch zum Trinken benutzt werden. Auch zur Inhalirung darf Soole benutzt, z. B. zu dem Zwecke in Zerstäubungsapparaten in die Luft geführt werden. Die Benutzung von Soole zur Eisbereitung ist unter gewissen Kontrollvorschriften erlaubt worden. Die abgabenfreie Verabfolgung hängt im übrigen immer davon ab, dafs ein gewerblicher Zweck damit erreicht werden soll.

Auf die mifsbräuchliche Verwendung abgabenfreien Salzes oder die Hinterziehung der Salzsteuer stehen schwere Strafen. Als Geldbufse werden der vierfache Betrag der hinterzogenen Abgabe, mindestens aber 30 *Mk.* auferlegt, die Gegenstände, mit denen der Mifsbrauch verübt ist (nicht die damit hergestellten Produkte), werden konfiszirt, oder es mufs, wenn die Konfiskation nicht vollzogen werden kann, der Wert dieser Gegenstände erlegt werden. Aufserdem mufs die Salzsteuer nachentrichtet werden. Bei mifsbräuchlicher Verwendung abgabenfreien Salzes wird überdies die Berechtigung zu dessen Bezuge entzogen.

Kann jedoch der Angeschuldigte vollständig nachweisen, dafs er eine Defraudation nicht habe verüben können oder wollen, so wird nur eine Ordnungsstrafe von 3 bis zu 30 *Mk.* verhängt[2]).

---

[1]) Von 1 *cbm* 9 *pst.* Soole, die etwa 1067 *kg* wiegt, würde also für je 25 *kg* 3 *Mk.* oder 129 *Mk.* Steuer zu zahlen sein.

[2]) Defraudationen und mifsbräuchliche Verwendungen, bei denen die Absicht einer Defraudation oder eines Mifsbrauches meist fern liegen dürfte, sind z. B., wenn die Siedearbeiter in die Pfannen kleine, aus Holz geschnitzte Gegenstände hängen, die sich mit Salz inkrustiren, und die dann als Ziergegenstände mit nach Hause genommen oder auch verkauft werden, ferner wenn die Arbeiter Eier zum Kochen in die Siedepfannen zum Verzehr legen und sich auf diese Weise Sooleier bereiten, oder unmittelbar Salz von den Pfannen entnehmen, um die während der Arbeit eingenommenen Speisen damit zu salzen, ebenso wenn Soole aus Gerinnen oder Soolbehältern weggenommen wird, um damit zu Hause Sooleier zu bereiten, wenn Hausfrauen zur Bereitung von Speiseeis und der dazu erforderlichen Kältemischung Viehsalz benutzen, was nach den Bestimmungen nur den Personen erlaubt ist, die Eis gewerbemäfsig bereiten, wenn undenaturirte Salzabfälle von Halden weggenommen werden, um die Abfälle noch zu Düngungszwecken oder zum Auftauen von Eis u. a. zu benutzen, wenn bei einem Brande aus Leitungen oder Behältern Soole zum Feuerlöschen benutzt

Digitized by Google

In einzelnen Fällen wird ein für Salz gezahlter Steuerbetrag zurückvergütet. Dies geschieht bei dem Salze, das nicht unter stehender Kontrolle zum Einsalzen oder Einpökeln von Gegenständen verwendet worden ist, die ausgeführt werden, so dafs also versteuertes Salz verwendet worden ist, während für derartiges bei auszuführenden Gegenständen verwendetes Salz Abgabenfreiheit gewährt wird. Derartige Waaren sind z. B. Butter, Käse, Fleisch, Speck, Schinken, Würste, auch Kohl, Schnittbohnen, nicht aber Heringe. Bei geringen Beträgen wird nichts vergütet, bei Butter dann nicht, wenn der Steuerbetrag unter 1 *Mk.* 50 *Pf.*, bei anderen Waaren, wenn er unter 3 *Mk.* bleibt. Die Waaren werden meist an den Küstenorten für die Ausfuhr eingesalzen oder auch von Rhedern und Schiffern für den eigenen Bedarf als Schiffsproviant verwendet.

In Preufsen werden vergütet:

Auf 100 *kg* Nettogewicht:

von gepökeltem Fleisch oder Speck, gesalzenem und geräuchertem Schinken und Speck die Abgabe für 7 *kg* Salz;

von gesalzener und geräucherter Wurst die Abgabe für 3 *kg* Salz.

Diese Mengen Salz müssen bei der Zubereitung mindestens verwendet sein, wenn sie für die Ausfuhr zugelassen werden sollen. Für die Salzverwendung bei dem zum Verbrauch auf den Kriegsschiffen der kaiserlichen Marine ausgeführten gesalzenen Fleisch und Speck bestehen besondere Vorschriften.

Die Absicht, Salz zum Einpökeln für die Ausfuhr zu verwenden, mufs, wenn ein Anspruch auf Steuererstattung bestehen soll, der Steuerstelle des Wohnortes angemeldet werden und es mufs ein besonderes Kontrollbuch geführt werden. Käsefabrikanten müssen sich zur Probe eine Beaufsichtigung des Salzverbrauches durch Steuerbeamte bei der Käsefabrikation gefallen lassen und müssen deshalb die Zeit, wann sie fabriziren wollen, anmelden. Die beabsichtigte Ausfuhr ist bei der nächsten zur Ausfertigung von Begleitscheinen befugten Steuerstelle nach Vorschrift anzumelden. Diese führt dann die erforderliche Kontrolle zur Feststellung der zu vergütenden Abgabe aus.

---

wird, da Feuerlöschen kein gewerblicher Zweck ist. Übrigens wird die Verwendung von Soole zum Feuerlöschen bei Bränden, wenn es unter steuerlicher Kontrolle geschieht, als eine besondere Art der Vernichtung des Salzes angesehen werden können. Geschieht es in den Betriebsanstalten der Salzwerksbesitzer, so gelangt die Soole überhaupt nicht in den freien Verkehr.

Mifsbrauch liegt auch vor, wenn ein Bäcker Viehsalz zum Backen von Brot verwendet, das zur Viehfütterung bestimmt ist, da der Bäcker Nahrungs- und Genufsmittel für Menschen herstellt, ferner wenn Pfannenstein, ob unzerkleinert oder zerkleinert und denaturirt, zu Badezwecken verwendet wird, wenn Soole an zugänglichen Stellen, z. B. in Bädern, weggenommen und getrunken oder sonst verbraucht wird.

Digitized by Google

Im deutschen Zollgebiete ist im Jahre 1897/98 Speisesalz für folgende Zwecke und in folgenden Mengen abgabenfrei geblieben [1]):

Zur Pökelung von Fischen	558,3 *t*,
zur Nachpökelung von Heringen	1857,2 „
zum Einsalzen unter stehender Kontrolle zur Ausfuhr	
von Fleisch und Speck	7,5 „
„ Butter	1,4 „
unter nicht stehender Kontrolle zur Ausfuhr	
von Fleisch und Speck	16,0 „
„ Schinken und Wurst	76,5 „
„ Butter	180,0 „
„ Kohl und Schnittbohnen	3,5 „
zu Deputaten	60,4 „
für Wohlthätigkeitsanstalten	17,4 „
vernichtetes und unbrauchbar gewordenes Salz	336,7 „
für Grenzbewohner zum notwendigen Verbrauche beim Betriebe der Alpenwirtschaft (Ziff. 4 der Anlage C. zum deutsch-österr. Handelsvertrage	1,6 „
zu Bädern für Heilzwecke	2307408 *hl* Soole [2]),
	12508 „ Mutterlauge,
	422 „ Badesalz,
	589,3 *t* „
zur Herstellung von Trinkwasser	29 *hl* Soole.

Eine besondere Anweisung ist dafür gegeben, wenn die Salzabgabe bei Zoll- und Steuerstellen erhoben werden soll, die sich nicht an Salzwerksorten befinden. Die Erhebung der Abgabe erfolgt dann entweder, und zwar bei eingeführtem Salze, auf Grund von Zolldeklarationen unmittelbar beim Eingang über die Grenze und im Begleitzettelverfahren, oder auf Begleitschein, wobei die Erhebung der Abgabe auf ein anderes dazu befugtes Steueramt überwiesen wird, oder bei Fabriken, die Salz als Nebenprodukt gewinnen, auf Anmeldung der Besitzer oder Verwalter der Fabriken.

Die Salzsteuer bringt dem Deutschen Reiche etwa 48000000, mit dem Zoll 50000000 *Mk.* ein, es entfällt also auf den Kopf der Bevölkerung fast 1 *Mk.* (93 *Pf.*) Salzsteuer. Auf landwärts eingehendes Salz liegt ein Zoll von 12 *Mk.* 80 *Pf.* für 100 *kg*, also 80 *Pf.* mehr; für seewärts eingehendes Salz ist nur 12 *Mk.* Zoll zu entrichten. Nur wenig Salz wird landwärts eingeführt.

Die Einnahmen im Deutschen Reiche waren:

	1896/97	1897/98
an Salzsteuer	47400749 *Mk.*	48009718 *Mk.*
„ Salzzoll	2101848 „	2109843 „
zusammen . .	49502597 *Mk.*	50119561 *Mk.*

[1]) Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches.

[2]) Dazu noch die in Kissingen zum Baden verabfolgte natürliche Soole.

Digitized by Google

Das Recht der Salzbesteuerung kommt in Deutschland ausschliefslich dem Deutschen Reiche zu und erstreckt sich auf alles im Bundesgebiete gewonnene Salz und zwar Siedesalz, Steinsalz, Seesalz und auch die kochsalzhaltigen Kalium- und Magnesiumsalze (Abraumsalze), nämlich alle Stoffe, aus denen Salz ausgeschieden zu werden pflegt. Die Landesgesetzgebung der einzelnen Bundesstaaten darf eine Steuer oder steuerähnliche Leistung von öffentlich-rechtlichem Charakter nicht auf das Salz legen[1]), darf also auch nicht von den Salzprodukten eine Bergwerksabgabe erheben.

In Ländern, wo das staatliche Salzmonopol besteht, wird durch den an Stelle der Steuer für das Salz festgesetzten Monopolverkaufspreis eine wichtige Einnahme für den Staat geschaffen. Auch dann wird für einzelne Zwecke Salz zu einem geringeren Preise abgelassen und es werden, um einem Mifsbrauch vorzubeugen, die Denaturirung und andere Kontrollmafsregeln vorgeschrieben.

In Österreich[2]) ist das staatliche Salzmonopol beibehalten worden. Bis zum Jahre 1838 ist Salz zu einem geringeren als dem Monopolpreise nur an Sodafabriken abgegeben worden, die im Orte einer der k. k. Salinen gelegen waren. Später ist die Vergünstigung auch auf Fabriken, die Chlor- und Natriumpräparate herstellten, und von den Orten, wo die Staatssalinen gelegen sind, entfernt waren, ausgedehnt worden[3]). Eine neue Verordnung vom 27. Juni 1851 liefs auch den Papier-, Coton- und Bleichfabriken zur Erzeugung von Chlor die Vergünstigung zu teil werden.

Im Jahre 1861 wurde der Kreis der Vergünstigungen noch erweitert und genau bestimmt, in welchen Fällen die Vergünstigung ausgeschlossen bleiben sollte. Danach ist das Recht, billigeres Fabriksalz (Industriesalz) zu beziehen, in Österreich weit mehr eingeschränkt als in Deutschland. Unbedingt ausgeschlossen bleibt die Vergünstigung in allen Fällen, wo das Salz unmittelbar zur Bereitung eines Genufsmittels, z. B. zur Bereitung aller Arten von Speisen, von Konserven, wie Fleisch-, Fisch-, Obst-, Gemüsekonserven, von Salzbrühen (z. B. als Zusatz zu gesalzenen oder zubereiteten Fischen, Salamoja, Heringslake), von Butter und Käse, künstlichen Mineralwässern, zur Konservirung von Eiern u. a. verwendet werden soll. Sie blieb ausgeschlossen bei dem zu Viehfütterungszwecken, als Viehlecksalz und zu Wildsülzen oder zur Verbesserung schlechten oder verdorbenen Viehfutters benutzten Salze. Indessen ist jetzt der Preis für Viehsalz niedriger als für Speisesalz gesetzt, jedoch so hoch, dafs die Versuchung möglichst wegfällt,

[1]) Entscheidung des Reichsgerichtes vom 18. Dezember 1894. *Z. f. B.* 1895, **36**, 328.

Nach dieser Entscheidung ist eine im anhaltischen Berggesetze vom 30. April 1875 dem entgegenstehende Bestimmung rechtsungültig.

[2]) *v. Buschmann*, Das Industriesalz. Wien, 1892. Ders., Das Salz, dessen Produktion, Vertrieb und Verwendung in Österreich. Wien, 1898.

[3]) Verordnung der allgemeinen Hofkammer vom 6. Febr. 1838.

Digitized by Google

das billigere Viehsalz durch Anwendung von Reinigungsverfahren zu Speisezwecken geeignet zu machen.

Auch bei anderen Verwendungen, wozu unter Umständen das billigere Industriesalz abgelassen wird, bleibt die Vergünstigung ausgeschlossen, wenn nicht genügende Sicherheit gegen einen Mifsbrauch besteht. Ausgeschlossen sind deshalb alle Personen, die mit Salz handeln, Salpeterfabrikanten, denen erlaubt ist, das als Nebenprodukt abfallende Kochsalz als Speise-, Fabrik- oder Düngesalz zu vertreiben, also ebenfalls als Salzhändler anzusehen sind, ferner Gastwirte, Kaffeesieder, Zuckerbäcker, Viktualienhändler, Fleischhauer und Selcher (diesen jedoch bei verschärften Kontrollmafsregeln), Fischeinsalzern, Fischkonservenfabrikanten u. a. Für das zum Fischeinsalzen an den istrischen und dalmatischen Küsten von den Fischern verwendete Seesalz ist jedoch bis zu einer bestimmten, den Gemeinden zugebilligten Jahresmenge (Limitosalz) ein ermäfsigter Preis zugestanden worden.

Den vorgenannten Personen darf also auch das Salz, das sie zu anderen als Genufsmittelzwecken verbrauchen, zu keinem ermäfsigten Preise abgelassen werden, also auch nicht für Kältemischungen, für Eiskeller, als Reinigungs- oder als Konservirungsmittel, zum Auftauen von Eis und Schnee u. a. Ebensowenig kann an Privatpersonen billiges Fabriksalz abgegeben werden, bei denen die Kontrolle fehlt, dafs es nicht im Haushalt oder in der Wirtschaft zu einem Zwecke benutzt wird, zu dem nur voll tarifirtes Salz verbraucht werden darf.

Darmschleimereien und Gedärmhändlern ist der Bezug von Fabriksalz zum Reinigen und Konserviren von Gedärmen für die Wurstfabrikation versagt geblieben.

Auch dann unterbleibt die Erlaubnis, wenn bei der Verwendung das Salz möglicherweise als Genufsmittel wieder gewonnen werden könnte, wenn es z. B. nur mechanisch anderen Stoffen beigemischt ist, oder wenn es nach der Verwendung als Rückstand oder Abfall bleibt, der nicht vernichtet wird.

Es dürfen aufserdem nur die bestimmt vorgeschriebenen Salzgattungen vertrieben werden. Hat jemand unter Verwendung von Salz, das zum vollen Verschleifspreise gekauft worden war, ein anderes Salzgemisch hergestellt, so bedarf er zu dessen Vertrieb erst einer Genehmigung des Finanzministers, andernfalls wird Gefällehinterziehung angenommen.

Da die österreichische Monarchie, Ungarn und das Gebiet von Bosnien und Herzegovina drei getrennte Monopolgebiete sind, so sind die Monopolpreise so geregelt, dafs kein Salzvertrieb aus dem einen Gebiete in das andere lohnend erscheinen kann.

Um Salz aus dem Auslande einzuführen, ist die Genehmigung des Finanzministeriums nötig. Es wird dann an der Grenze ein entsprechender Zoll und nötigenfalls eine Licenzgebühr von dem eingeführten Salze erhoben (s. S. 253).

Digitized by Google

Der ärarische Salzpreis ist 9 bis 10 *fl.* für 100 *kg*. Für Fabriksalz galten bisher als Preise für 100 *kg*

ab Hallein	89½ *kr.*	
„ Ebensee und Aussee . . .	1 *fl.* 43 „	
„ Hall	1 „ 79 „	bei Siedesalz,
„ ostgalizische Salinen . .	1 „ 25 „	
„ Kaczyka	1 „ 52 „	
„ Capo d'Istria und Pirano .	1 „ 07 „	bei Seesalz,
„ Bochnia	— „ 57 „	bei Steinsalz,
„ desgl.	— „ 38 „	bei ungenieſsbaren Steinsalzabfällen,
„ Wieliczka	— „ 50 „	bei Fabriksalz I,
„ „	— „ 40 „	bei Fabriksalz II,
„ „	— „ 30 „	bei Steinsalzabfällen,

die zum menschlichen Genusse nicht verwendbar sind.

Seit der Finanzministerialverordnung vom 10. Dezember 1897 sind die Fabriksalzpreise, die von drei zu drei Jahren neu festgestellt werden sollen, besonders für Fabriksalz II. Sorte ermäſsigt, und sind z. B. beim Sudsalz

	für Fabriksalz		für Soole
	I. Sorte	II. Sorte	
in Ebensee	99 *kr.*	50 *kr.*	8 *kr.*
„ Hallein	99 „	49 „	9 „
„ Hall	110 „	58 „	10 „
„ Aussee	115 „	50 „	6 „
„ Delatyn	76 „	— „	— „
„ Kossow	80 „	— „	— „
„ Stebnik	90 „	— „	— „
„ Kaczyka	— „	34 „	— „

Ausnahmsweise ist einigen industriellen Unternehmungen erlaubt worden, Steinsalz und Steinsalzabfälle als Fabriksalz aus den Salzbergwerken zu Ischl, Hallstatt, Aussee und Hallein zu beziehen.

Fabriksalz zu ermäſsigtem Preise wird in Österreich jetzt abgegeben:

Zur Erzeugung chemischer Chlor- und Natriumprodukte, besonders für die Soda-, Glaubersalz-, Salzsäurebereitung, zu chemisch-metallurgischen Zwecken (chlorirendem Rösten von Erzen und Kiesabbränden, Amalgamationsverfahren), zur Seifenfabrikation, zur Konservirung frischer Häute und Felle und zur Lederfabrikation, zur Karbonisirung von Wollstoffen in Tuchfabriken, zu Bleichzwecken in den Papier- und Cotonfabriken, zu Färbereizwecken und Erzeugung von Farbstoffen, zur Herstellung von Glasuren bei Thonwaaren, zur Erzeugung künstlicher Steine, zur Härtung von Eisen- und Stahlwaaren, besonders bei der Feilenfabrikation, zum Raffiniren von Ölen, besonders Petroleum, zur Darmsaitenfabrikation und zur Konservirung der für die Ausfuhr bestimmten Gedärme, an Schiffbauereien zum Konserviren von Holz, zum Auflösen von Eis und Schnee, besonders bei den Straſsenbahnen

Digitized by Google

und Eisenbahnen, zu Kühlapparaten, besonders in Bierbrauereien und Kunsteisfabriken, zur Verhinderung der Eisbildung in Militärreitschulen, zu Feuerlöschzwecken. Der ganze Verbrauch an Fabriksalz in der österreichischen Monarchie war im Jahre 1897 167 559 600 *kg*, darunter 82 732 900 *kg* aus dem Auslande bezogenes Salz.

Das Hauptsalzverschleifsamt für Österreich war bis zum 30. April 1878 in Gmunden und ist dann nach Ebensee verlegt worden. Bei den alpinen Salinen bestehen aufserdem Salzverschleifskontrollen, bei den galizischen Steinsalzwerken und Salinen und der Saline in der Bukovina Salzverschleifsämter.

Die Privatseesalinen dürfen nur eine vom Finanzministerium zur Einlösung des Gefälles bestimmte Menge (Limitation) herstellen, müssen, wenn diese Menge erreicht ist, den Betrieb abbrechen und alles etwa noch in den Salzbeeten vorhandene Salz und die als Rückstand verbliebene Mutterlauge vernichten, was dadurch geschieht, dafs Seewasser in die Salzbeete eingelassen und das Salz dadurch aufgelöst wird. Den istrischen Salinenkonsortien ist jedoch für eine bestimmte Zeit erlaubt, auch noch über die festgesetzte Menge Salz, besonders zu Exportzwecken, zu erzeugen. Dieses mufs in die unter steueramtlichen Mitverschlufs gehaltenen Privatlager eingelagert werden. Dieses Salz wird als Konsortialsalz bezeichnet. Es darf aus diesen Magazinen nur mit steueramtlicher Genehmigung zum Vertrieb herausgenommen werden. In einzelnen Fällen darf an gröfsere Fabriken von dem Konsortialsalz zu chemisch-technischen Zwecken unter den für den Bezug von Fabriksalz vorgeschriebenen Bedingungen abgegeben werden. In ähnlicher Weise darf auch Meermutterlauge aus den istrischen Seesalinen zur Erzeugung chemischer Produkte, besonders Bittersalz, und auch zu Heilzwecken (an Badeanstalten) abgegeben werden. Sie mufs dann mindestens 31° *B.* haben.

Der Bezug von Meerwasser, Meerwasserextrakt und Meermutterlauge für wissenschaftliche Zwecke, insbesondere für Aquarien, ist unter bestimmter Kontrolle zoll- und gebührenfrei. In Istrien ist das Schöpfen von Meerwasser zu landwirtschaftlichen Zwecken, z. B. Reinigen der Weinfässer und Bottiche, zur Düngung der Weingärten und Bekämpfung der Phylloxera und ähnlichen Zwecken, zur Strafsenbespritzung und Reinigung unter bestimmten Bedingungen erlaubt worden. Für Kreuznacher Mutterlauge ist eine ermäfsigte Licenzgebühr (1 *fl.* 88 *kr.*) neben der Zollgebühr von 84 *kr.* für 100 *kg* netto zugelassen worden.

Alles vom Auslande eingeführte Kochsalz und die ihm gleichgestellten salzhaltigen Stoffe, also auch die Kreuznacher Mutterlauge, für deren Bezug eine besondere Genehmigung erforderlich ist, dürfen nur von dem Bezieher selbst verwendet, aber nicht weiter veräufsert werden. Für die Durchfuhr gelten besondere Bestimmungen.

Digitized by Google

Für den Bezug von Dungsalzen sind einige Erleichterungen gewährt. Bei sämmtlichen ärarischen Salzniederlagen wird ein aus 20 *Pct.* Kochsalz und 80 *Pct.* anderen Stoffen (Sulfaten, Asche) bestehendes Dungsalz erzeugt (tarifmäfsiges, vermengtes oder freiverkäufliches Dungsalz), das zu einem Preise von 1 *fl.* für 100 *kg* jedermann zum freien Gebrauche oder Handel mit dem Vorbehalte überlassen wird, dafs kein Salz daraus gewonnen werden und keine Mischung mit anderem Salze geschehen darf. Ähnliche Dungsalze werden aus den Abfällen gewisser chemischer, besonders Salpeterfabriken bereitet. Diese müssen jedoch auch mit 1 *Pct.* Rufs vermischt werden. Ferner werden die Abfallsalze der alpinen Salinen, Salzsudbetriebsabfälle, unter besonderen Bedingungen zu Düngungszwecken an Landwirte abgegeben. Sie werden gemahlen und mit $^1/_2$ *Pct.* Rufs gemischt zum Preise von 1 *fl.* 34 *kr.* für 100 *kg* an Landwirte, die keinen Handel treiben, auf Grund von Certifikaten der Landwirtschaftsgesellschaften abgegeben.

Zur Bereitung von Kunstdünger werden Kochsalz und kochsalzhaltige Stoffe (Abfälle) zu ermäfsigtem Preise nicht abgegeben.

Der Kainit von Kalusz mit mindestens 10 *Pct.* reinem Kali wird vermahlen zum Preise von 70 *kr.* für 100 *kg*, und zwar bei Vermischung mit $^1/_2$ *Pct.* Universalschwarz (Kokpulver) an jedermann abgegeben.

Ausländische Dungsalze (Abraumsalze und Abfallsalze von Fabriken und Salzwerken) dürfen von Landwirten zu Düngungszwecken unter ähnlichen Bedingungen wie die Salzsudbetriebsabfälle mit Erlaubnis der Finanzbehörde bezogen werden. Ein Zoll ruht darauf nicht.

Als Abraumsalze gelten: Anhydrit, Astrakanit, Borazit, Carnallit Kainit, Kieserit, Krugit, Polyhalit, Sylvin, Tachhydrit.

Das eingeführte Produkt mufs durch eine chemisch-landwirtschaftliche Versuchsstation untersucht werden und darf nicht mehr als 20 *Pct.* Kochsalz enthalten. Es mufs mit bestimmten Stoffen (verschiedene Aschenarten, Guano, Kompostdünger oder Rufs sind zugelassen), jedenfalls auch noch mit 1 *Pct.* Kohlenstaub oder Rufs, vermengt werden. Es erfolgt dann eine gebührenfreie Abfertigung.

Betreffs der Bedingungen für die Einfuhr salzhaltiger Düngemittel mit mehr als 20 *Pct.* Kochsalz bleibt die Entscheidung des Finanzministeriums jedesmal vorbehalten. Für Stoffe mit mehr als 50 *Pct.* Kochsalz (z. B. Kainit mit diesem Salzgehalt) wird keine Einfuhrbewilligung erteilt. Jedoch dürfen eingeführt werden:

Schwefelsaures Kalium als Kainit oder Krugit mit höchstens 30 *Pct.* Chlornatriumgehalt als Dungsalz zoll- und gebührenfrei, jedoch mufs die vorgeschriebene Denaturirung vorgenommen werden.

Halb und ganz raffinirtes schwefelsaures Kalium mit einem Höchstgehalte bis 80 *Pct.* schwefelsaurem Kalium und Kaliummagnesium, wenn ersteres nicht mehr als höchstens 20 und letzteres nicht mehr als 30 *Pct.* Kochsalz enthält, ebenfalls zoll- und gebührenfrei, jedoch gegen Denaturirung.

Digitized by Google

Hochprozentiges schwefelsaures Kalium mit mehr als 80 *Pct.* an reinem schwefelsaurem Kalium und höchstens 4 *Pct.* Chlornatrium zum Zollsatze von 80 *kr.* auf 100 *kg* ohne Denaturirung.

Zur Denaturirung sollen je nach dem Kochsalzgehalt 10 bis 25 *Pct.* Superphosphat oder 10 bis 20 *Pct.* pulverisirte Thomasschlacke oder 10 bis 20 *Pct.* Ätzkalk und $^1/_2$ *Pct.* fetter Ruſs verwendet werden.

Kieserit kann gebührenfrei bezogen werden, desgleichen ist Chlorkalium frei. Für Chlormagnesium und Glaubersalz werden 20 *kr.* Zoll erhoben.

Gegen die Salzregalität und Salzsteuer sind wiederholt wichtige Bedenken geltend gemacht worden[1]). Die technologischen und wirtschaftlichen Gründe, die dagegen sprechen, hat *Schröder* dargelegt. Vor allen Dingen ist geltend zu machen, daſs die Salzabgabe wie eine Kopfsteuer wirkt, die die weniger leistungsfähigen Personen unverhältnismäſsig hoch belastet, im Deutschen Reiche eine Familie mit 6 bis 10 *Mk.* jährlich, was jedoch durch Steuererleichterungen an anderer Stelle ausgeglichen werden kann, so daſs eine Aufhebung der Steuer, die durch Gewohnheit nicht drückend empfunden wird, aus diesem Grunde allein nicht erforderlich erscheint.

Indessen lassen die in Ländern der Salzregalität und der Salzbesteuerung (wie Österreich und Deutschland) bestehenden weitläufigen Bestimmungen und peinlichen Kontrollvorschriften erkennen, daſs der freie Verkehr mit Salz und der Verbrauch vielfach in unliebsamer Weise behindert ist und daſs Händler und Konsument durch Versehen leicht straffällig werden können.

---

[1]) *Wagners Jahresber.* 1865, S. 308 (*Schröder*). *A. Schmidt*, Das Salz, eine volkswirtschaftliche und finanzielle Studie. Leipzig 1874. *Liebig*, Chem. Briefe, 1871, Nr. 27, S. 496. *Schleiden*, Das Salz, Leipzig 1875, S. 96, 221. Deutsche Industrie-Zeitung 1872, S. 241 (*Frühauf*). *Berggeist* 1871, Nr. 1 u. f. (*Hellmann*). *B.- u. H. Z.* 1873, S. 322 (*Simmersbach*).

Digitized by Google

Salzbergbau- und Salinenkunde.

Zweiter Teil.

Die Gewinnung des Kochsalzes, und zwar des Steinsalzes sowie der Kalium- und Magnesiumsalze und deren Aufbereitung, die Gewinnung der Soolen, des Salzes aus Seen, aus dem Meerwasser, aus Soolen. Die Verarbeitung der Kalium- und Magnesiumsalze und der Mutterlaugen. Die Analysirung der Salze und Soolen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Gewinnung des Kochsalzes und der Mutterlaugensalze.

Gewinnungsarten. Man gewinnt das Kochsalz entweder in festem Zustande aus den natürlichen Ablagerungen in Stücken als Steinsalz durch Bergwerksbetrieb, oder aus wässerigen Lösungen in den Salinen, Seen, Salzgärten, und unterscheidet dabei, je nachdem es aus salzigen Seen, aus dem Meerwasser oder aus natürlichen oder künstlich zubereiteten Soolen gewonnen wird, Seensalz, Meer- oder Seesalz und Siedesalz oder Sudsalz.

Danach werden behandelt

I. Die Gewinnung des Steinsalzes und der mit diesem auf derselben Lagerstätte vorkommenden Salze, sowie deren Aufbereitung.

II. Die Gewinnung des Kochsalzes aus wässeriger Lösung, und zwar:

A. Die Salzlösungen.

Die salzigen Seen, das Meerwasser, die Soolen, deren Gewinnung und Anreicherung.

B. Die Kochsalzgewinnung.

1. Aus Salzseen.
2. Aus dem Meerwasser.
3. Aus Soolen.

III. Die Verarbeitung der Kalium- und Magnesiumsalze:

1. Die Verarbeitung der bergmännisch gewonnenen Salze.
2. Die Verarbeitung der Mutterlaugen der Seesalinen und Sudsalinen.

An wärmeren Küsten bedient man sich des Meerwassers zur Salzgewinnung (Frankreich, Spanien, Portugal, Italien, Griechenland, Österreich), andere Länder beuten die Steinsalzlager aus (England, Deutschland, Österreich, Frankreich, Spanien u. a.) und benutzen daneben Soolquellen (Deutschland, Nordamerika). In Südrufsland und in den Kirgisenländern, in Asien, Afrika und Südamerika beutet man besonders die Salzseen aus.

Ob man die eine oder andere Art der Salzgewinnung bevorzugt,

Digitized by Google

hängt von dem von der Natur dargebotenen, von der geographischen Lage und den Handelsbeziehungen, oft auch von dem Herkommen ab, wo umfassende früher errichtete Betriebsanlagen eine Gewinnungsweise noch als vorteilhaft erscheinen lassen können, die später unter veränderten Verhältnissen ins Werk zu setzen, nicht mehr als gewinnbringend gilt. Steinsalzlager in gröfserer Teufe auszubeuten, erfordert kostspieligere Einrichtungen als die Salzgewinnung aus wässeriger Lösung im Salinenbetriebe. Die gröfsere Beliebtheit des Siedesalzes als Speisesalz führt dazu, Steinsalz aufzulösen, um aus der Lösung Siedesalz zu gewinnen.

Als Seltenheit mag die Darstellung von Kochsalz aus Soda und Salzsäure oder aus Chlorbarium und schwefelsaurem Natrium erwähnt sein, die bei der Belagerung von Metz im Jahre 1870 von *Courte* ausgeführt worden ist. Dieser stellte auf diese Weise vom 7. Oktober 1870 an wöchentlich 2400 *Liter* Salzwasser mit einem Gehalt von 300 *g* Kochsalz im Liter dar.

Als Nebenprodukt wird Kochsalz besonders bei der Salpeterfabrikation gewonnen. Der Kalisalpeter (salpetersaures Kalium) wird aus dem Natronsalpeter (Chilisalpeter, salpetersaures Natrium) durch Behandlung mit Chlorkalium dargestellt, wobei eine Umsetzung beider Salze in salpetersaures Kalium und Chlornatrium (Konversionssalpeter genannt, zum Unterschiede von dem natürlichen, früher besonders aus Indien bezogenen Rohsalpeter, dem Plantagen- oder indischen Salpeter) stattfindet. Salpetersaures Kalium ist in heifsem Wasser weit stärker als in kaltem Wasser löslich, während bei Kochsalz die Löslichkeit weit weniger verschieden ist. Aus einer heifsen, gesättigten Salpeterlösung scheidet sich deshalb beim Erkalten Salpeter aus, während Kochsalz in Lösung bleibt. Verdampft man dann die Kochsalzlösung, so scheidet sich Kochsalz aus, während Salpeter in Lösung bleibt, der sich erst beim Erkalten der Lösung wieder ausscheidet.

Bei der Verarbeitung von Borocalcit (borsaurem Calcium) auf Borax (borsaures Natrium) fallen kochsalzhaltige Produkte ab, wenn in dem Material Chloride von Calcium oder Magnesium vorhanden sind. Die Gewinnung des Borax erfolgt durch Behandlung des Borocalcits mit Soda. Es bildet sich kohlensaures Calcium und Magnesium als unlösliche Bestandteile, während borsaures Natrium und Chlornatrium in Lösung bleiben. Beim Eindampfen und Krystallisiren bleibt zuletzt eine Mutterlauge zurück, die hauptsächlich Chlornatrium und etwas schwefelsaures Natrium enthält und bei weiterem Eindampfen einen bis 60 *Pzt.* Kochsalz haltigen Rückstand liefert.

Kochsalzhaltige Abfälle entstehen bei der Gewinnung des Glaubersalzes und des Bittersalzes, sowie besonders bei der Verarbeitung der Kaliumsalze, wo in dem Bühnensalze ein 60 bis 70 *Pzt.* chlornatriumhaltiger Rückstand gewonnen wird (s. dritten Abschnitt: Verarbeitung der Kalium- und Magnesiumsalze).

Digitized by Google

Geschichtliches.

Die Gewinnung des Salzes aus seinen natürlichen Ablagerungen als Steinsalz, Steppensalz und auch aus dem Meerwasser war den ältesten Kulturvölkern bekannt.

Am nächsten lag die Gewinnung des Salzes den am Rande von Salzsteppen oder in Gegenden wohnenden Völkern, wo Steinsalz zu Tage tritt; in den alten Schriften der Juden, sowie des *Herodot* und des *Plinius* wird mehrfach darauf hingedeutet. *Dioskorides* giebt die ältesten Nachrichten über die Benutzung des Seesalzes, das nach *Plinius* durch Ablassen des Meerwassers in geschlossene Behälter nach der Einrichtung von *Ancus Marcius* und durch Verdunsten des Wassers geschah. Am spätesten scheint man Soolquellen benutzt zu haben, jedoch erwähnt schon *Plinius*, dafs man in Kappadocien das Salz aus den Wassern der Salzquellen durch freiwilliges Verdunsten des Wassers in Salinen gewann. Von den Spaniern berichtet *Plinius*, dafs sie das Wasser auf glühende Kohlen gossen. Bestimmt sagen *Aristoteles* und *Plinius*, dafs man im Epirus das Salz aus Quellwasser durch Abkochen gewinne. (*Aristot. Meteorol.* 2, 359; *Plinius, hist. natur.* 31, 40.)

Dioskorides unterschied das aus dem Meerwasser durch freiwillige Verdunstung sich absetzende Kochsalz als ἅλὸς ἄχνη, Salzschaum, von dem Steinsalz (ἅλς ὀρυκτός, *Strabo*).

Geber versuchte im 8. Jahrhundert eine Reinigung des Kochsalzes zum chemischen Gebrauche.

Der Begriff „Salz" war bei den Alten noch ein schwankender; man sah als solches an, was gewisse Einwirkungen auf die Geschmacksnerven zeigte und die Eſs- und Trinklust steigerte. Was dem reinen Kochsalz (Steinsalz) nicht ganz entsprach, sah man als eine besondere Art oder als unreines Produkt, immer aber als Salz an. Es scheint, als ob das lateinische *sal* und *nitrum*, das griechische *hals* und *nitron* und das hebräische *neter* und *kinit*, Kochsalz, Soda, Potasche und Salpeter, vielleicht auch Salmiak bedeutet haben. Nach seinem Vorkommen bei dem Tempel des *Jupiter Ammon* in Libyen wird es von *Herodot* im fünften Jahrhundert v. Chr. als ἅλς ἀμμωνιακός erwähnt und *Dioskorides* beschreibt im ersten Jahrhundert n. Chr. unter demselben Namen Eigenschaften des Steinsalzes, namentlich seine leichte Spaltbarkeit und seine geraden Blätterdurchgänge. Als *Sal ammoniacum* wird das Steinsalz von *Strabo* und *Plinius* zu Anfang unserer Zeitrechnung, von *Arrian* im zweiten Jahrhundert n. Chr., von *Synesius* und *Aetius* im Anfang des fünften Jahrhunderts erwähnt. Erst später trug man den Namen *Sal ammoniacum* mit auf den Salmiak über, seit dem 13. Jahrhundert auf diesen ausschliefslich.

Zu Anfang dieses Jahrhunderts hielt man, den Ansichten *Lavoisiers* zufolge, das Kochsalz für die Verbindung zweier oxydirter Stoffe, für salzsaures Natron. 1809 wiesen *Gay-Lussac* und *Thenard* nach,

Digitized by Google

dafs es frei von Sauerstoff sei, und *Davy* erkannte es 1810 als Chlornatrium, nachdem er bereits 1807 aus dem Natron das Natrium mittels Elektricität isolirt hatte.

Die Bereitung des Salzes geschah von den Germanen und Galliern aus Lösungen (aus ausgelaugten Pflanzenaschen, Meerwasser, Soolen), in der Weise, dafs man die Salzlösungen auf glühende Kohlen, nämlich auf angezündete grofse Stöfse von Eichenholz aufgofs, wobei ein schwarzes, wegen seines Aschengehaltes stark beifsendes Salz entstand (daher beifsender Witz, *sal niger* bei *Horaz*). Während nach obigem die ersten Salzsieder in Epirus gewirkt haben sollen, führen sprachliche Forschungen in Europa darauf, dafs die Kelten das Gewerbe des Salzbereitens zuerst betrieben haben. Die Salinenterminologie weist noch eine Menge der keltischen Sprache entlehnter Worte auf, wie Soole, Salzborn, Salzpfanne, Salzkote, Halloren, die bei Namen von Salinenorten angehängte Silbe Hall oder Halle u. a. Der lateinische Name *Sal* soll nach einigen von *Solum* oder *Sol* hergeleitet sein, weil das Kochsalz aus dem Meerwasser unter dem Einflusse der Sonne sich abscheidet.

Bei den Germanen waren Soolquellen heilig, man gewann in Deutschland damals das Salz wahrscheinlich nur aus natürlichen Soolen. Die Soole filtrirte man in den ältesten Zeiten über gestofsene Holzkohle, wobei sich das Wasser einzog und verdunstete, während das Salz auskrystallisirte und aus dem Kohlenstaube gesammelt wurde.

Die Römer führten bereits ein Verfahren zum Abdampfen der Soolen ein, das der jetzt noch üblichen Gewinnungsart entspricht, das Versieden der Soole in eisernen Pfannen.

Carl Glenck (gest. 1845 als Gothaischer Oberbergrat) bohrte in Deutschland zuerst 1819 die Salzlager an (als erstes das von Ludwigshall bei Wimpffen) und erzeugte so künstliche gesättigte und von Nebensalzen fast ganz freie Soole. Die Förderung einer solchen hielt der württembergische Salinist *von Alberti* 1840 jedoch für Raubbau und erklärte sich für die bergmännische Gewinnung des Steinsalzes, welche später in Stafsfurt, dann zu Ilversgehofen, unfern Erfurt, und auf Leopoldshall im Anhaltischen, ausgeführt wurde.

Das in vielen Fällen höchst vorteilhafte Verfahren, durch ein weites Bohrloch Wasser in ein tief gelegenes Steinsalzflötz zu leiten und die unten entstehende gesättigte Soole in einem im Bohrloch stehenden engen Rohre mit Hülfe von Pumpen aufsteigen zu lassen, ist jetzt meist eingeführt.

Allgemeines über die Salzgewinnung.

Bei der Salzgewinnung aus dem Meerwasser und aus den Seen benutzt man die Sonnenwärme und die Verdunstungskraft trockener, warmer Luft. Das Wasser verdunstet allmählich bis zum Ausscheiden des Salzes. Bei natürlichen Soolen wendet man diese Mittel nur zur

Digitized by Google

Anreicherung bis zur Siedewürdigkeit an und verdampft das übrige Lösungswasser unter künstlicher Erwärmung der Soole bis zum Sieden durch Feuerung oder andere Heizmittel (Dampf, heifse Luft, in einzelnen Fällen auch andere Mittel). Jetzt gewinnt man gewöhnlich sogleich gesättigte Soolen aus den Steinsalzlagern. Sie werden ohne vorherige Anreicherung unmittelbar versotten.

Ob man bei der Verwendung des Steinsalzes zur Soolbereitung das Steinsalz in Stücken gewinnt und über Tage oder in der Grube auflöst, oder ob man das Lager unter Gewinnung von Soole auf nassem Wege abbaut, was in der Regel billiger sein wird, hängt von der Beschaffenheit der Lagerstätte und der Lagermasse, den Wasser- und Soolzuflüssen, der Lage und den Betriebsverhältnissen der Salinen ab. Bei trockener Gewinnung in Stücken hat man das Fortschreiten des Abbaues, die Herstellung der unterirdischen Abbauräume und Stützpfeiler von bestimmten Abmessungen besser in der Gewalt als bei nasser Gewinnung durch Soolörter, Aussoolungskessel, Sinkwerke, und bei diesen immer noch weit besser als beim Auflösen durch Tagebohrlöcher, die auf die Steinsalzlager niedergebracht werden. Salinen, die vom Gewinnungspunkte weitab liegen, werden das Salz in festem Zustande beziehen, indessen sind bei den bayerischen Salinen, wo das Salzgebirge (Haselgebirge) durch Sinkwerke ausgelaugt wird, Soolleitungen von mehr als zehn deutschen Meilen Länge für die Zuführung der Soole gebaut worden (s. S. 216).

Bei der Gewinnung des Kochsalzes aus wässeriger Lösung werden die fremden Beimengungen, Erden und Nebensalze zum Teil bei der Anreicherung der Soolen bis zur Sättigung vor dem Beginn der Kochsalzausscheidung abgesondert, zum Teil scheiden sie sich mit dem Kochsalze ab oder sie bleiben in dem zurückgehaltenen Reste der Soole, der Mutterlauge, zurück. Möglichst zu vermeiden bei der Siedesalzgewinnung sind Beimengungen von Gyps, von zerfliefslichen Salzen, nämlich Chlormagnesium und Chlorcalcium, die das Salz feucht machen, indem sie zu ihrer Lösung Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, und färbende Substanzen, wie Eisenoxyd und organische Extraktivstoffe, die in den Soolen vorkommen. Alle natürlichen Soolen besitzen mindestens bituminösen Geruch.

Auch durch Frost, indem man die Soole gefrieren läfst, kann man dieser das Wasser entziehen, wobei eine reichere Soole unter dem Eise zurückbleibt, das abgehoben wird. Man hat davon in Gegenden des hohen Nordens Gebrauch gemacht.

An wärmeren Küsten (Spanien, Portugal, südliches Frankreich, Italien, Griechenland) reichert man das Meerwasser durch langsames Abdunsten in grofsen flachen Erdbehältern (Salzgärten) bis zur Salzausscheidung an und entzieht auf diese Weise dem Salze das Lösungswasser. Diese Gewinnungsart ist so billig, dafs sie die Steinsalzgewinnung nicht zu der Entfaltung kommen läfst, die sonst möglich wäre.

Digitized by Google

Italien, das besonders in Sicilien reich an Steinsalz ist und hieraus seinen Bedarf decken könnte, erzeugt dennoch vorwiegend Seesalz, zumal da die Lage der Meersalinen für den Absatzmarkt äufserst günstig ist. Im nördlichen Frankreich, einigen Küstenorten Englands reichert man das Meerwasser durch freiwilliges Verdunsten des Wassers, aber nicht bis zur Salzabscheidung, an, in Norwegen (Walloe) durch Dorngradirwerke und Auflösen von Steinsalz, das vom Auslande bezogen wird, und dampft die angereicherte Soole durch Feuerung ab. Man hat früher bei billigen Steinkohlen an den Küsten Englands und Schottlands das Meerwasser ohne vorherige Anreicherung durch Feuerung abgedampft.

In Deutschland hat man von Alters her hauptsächlich die Soolquellen benutzt, und erst in der Mitte dieses Jahrhunderts ist die Steinsalzgewinnung in Wettbewerb getreten und hat seit dem Jahre 1889 die Siedesalzgewinnung aus Soolen überflügelt, wobei allerdings in betracht kommt, dafs ein grofser Teil des gewonnenen Steinsalzes wiederum zur Siedesalzgewinnung verwendet wird. Die frühere Ausbeutung der Soolquellen durch Schächte hat dann meist der Ausbeutung durch Bohrlöcher, wie es schon vor undenklichen Zeiten in China üblich gewesen zu sein scheint, Platz gemacht. In österreichischen und bayerischen Alpenländern ist der Sinkwerksbetrieb, die Auslaugung des Salzgebirges nach bergmännischer Aufschliefsung seit Jahrhunderten Brauch und hat durch kein anderes Verfahren verdrängt werden können. Neuerdings ist man auf einzelnen deutschen Steinsalzwerken dazu übergegangen, das Steinsalz nicht in festen Stücken, sondern in wässeriger Lösung unter bergmännischer Vorrichtung der Grubenbaue zu gewinnen (Schönebeck, Bernburg). Der bei Hall in Württemberg auf dem Steinsalzbergwerke Wilhelmsglück versuchte Sinkwerksbetrieb ist als unzweckmäfsig aufgegeben worden.

I. Die Gewinnung des Steinsalzes und der Kaliumsalze.

A. Das Aufsuchen und Aufschliefsen der Lagerstätte.

An einigen Orten tritt Steinsalz zu Tage oder unter schwachen Deckschichten bis nahe an die Oberfläche (zu Cardona in Spanien, am Neybaberge in San Domingo, in Sicilien, in Persien). Häufiger befinden sich die Lager in bedeutender Tiefe unter mächtigem Deckgebirge. Zum Aufsuchen und Untersuchen der Salzlager dienen Bohrlöcher, die man senkrecht durch die Gebirgsschichten bis auf das Salzlager oder durch dieses hindurch führt. Das Bohrverfahren [früher stofsendes Bohren mit Meifselbohrer und beweglichem Arbeitsstück (Abfallstück)] ist jetzt derart vervollkommnet, dafs man feste Bohrkerne gewinnt, die die Gesteins- oder Salzart und die Lagerung der Schichten erkennen lassen. Es geschieht dies durch drehendes Bohren mit einer mit schwarzen Diamanten besetzten hohlcylinderförmigen Bohrkrone (Diamantbohrer). Man ver-

Digitized by Google

wendet eiserne Röhren als Bohrgestänge, die zusammengeschraubt werden, die unterste trägt die der Weite des Bohrloches entsprechende Bohrkrone aus Stahl, in die auf der unteren Ringfläche abwechselnd am äufseren und inneren Rande die schwarzen Diamanten fest eingestemmt sind. Bei schnellem Drehen des Bohrgestänges mit Hülfe von Dampfmaschinenkraft wird durch die Reibung der Diamanten ein hohlcylindrischer Raum im Gestein ausgearbeitet. Durch das Hohlgestänge wird beständig Wasser eingeführt, das das feingeriebene Bohrmehl von der Bohrlochssoole beständig weg und in dem Raume zwischen Bohrgestänge und Bohrlochswandung nach aufwärts führt und beim Abfliefsen zu Tage mitnimmt. Der feste Bohrkern bricht unter der Einwirkung der in der Bohrkrone angebrachten scharfen Klemmfeder von selbst oder beim Rütteln am Bohrgestänge ab, wird von den vorspringenden Federn eingeklemmt und beim Heraufholen des Bohrgestänges zu Tage gefördert und herausgenommen (s. Fig. 32, a. f. S.).

Eine neue Diamantbohrkrone mit Kernfänger ist dem Direktor *P. A. Craelius* der schwedischen Aktien-Diamantbohr-Gesellschaft patentirt [1]) und wird durch folgende Figur veranschaulicht (Fig. 31). In dem Kronkörper *a* sind von aufsen nach innen drei schräg zur Achse der Bohrkrone liegende Kanäle *b* angeordnet, die je eine Stahlkugel *c* in sich aufnehmen. Wird die Bohrkrone auf die Bohrlochssohle gedrückt und wie beim Bohren gedreht, so führen sich die Kugeln lose rollend um den Bohrkern. Wird die Bohrkrone gehoben, so senken sich die Kugeln und klemmen den Bohrkern fest, so dafs er in der Bohrkrone mit dieser emporgehoben werden kann. Zum Bohren von 20 *mm* starken Kernen hat die Bohrkrone 35 *mm* äufseren Durchmesser.

Fig. 31.

In festem Gestein bohrt man mit diesem Verfahren täglich 5 *m*, im Steinsalze aber auch bis 50 *m*. Bohrlöcher von gleicher Weite bis zu bedeutender Tiefe fortzuführen gelingt nicht, da die zunehmende Schwere des Gestänges oder die bei lockeren Gebirgsschichten oder zum Zurückdämmen eindringender Wasser erforderliche Verröhrung des Bohrloches dieses verhindert. Da die Verröhrung oft in mehreren Absätzen vorgenommen werden mufs, derart, dafs der nächst tiefere Absatz durch die obere Röhrentour hindurchgelassen werden mufs, so vermindert sich der Querschnitt des Bohrloches mit jedem Absatz. Dieses und das zunehmende Gewicht des Gestänges und dessen Länge erfordern, dafs man absatzweise mit immer kleinerer Bohrkrone weiterbohrt, bis diese nur noch wenige Centimeter stark ist. Je gröfser die Steifigkeit des Gestänges bei gleichem Gewichte ist, je leichter man das Bohrgestänge unbeschadet der Steifigkeit herstellen kann, mit um so

[1]) *Gf.* 1894, Nr. 98, S. 1754.

Digitized by Google

gröfserer Bohrkrone wird man in bedeutende Tiefen eindringen, und um so tiefer wird man bohren können. Man hat sich deshalb auch von dem nach *Mannesmann*schen Verfahren hergestellten festeren und leichteren Walzröhren bei der Verwendung zu Bohrgestängen Vorteile versprochen. Die Bohrlochsdurchmesser von anfänglich 360 *mm*, auch 500 *mm*, vermindern sich nach der Teufe zu bis auf 30 *mm*.

In neuerer Zeit hat man seltener zum Aufsuchen von Steinsalzlagern als zum Nachweisen der mit dem Steinsalz zusammen vorkommenden Kalium- und Magnesiumsalze, deren Vorkommen vorläufig, mit Ausnahme des wenig bedeutenden Kaliumsalzvorkommens bei Kalusz in Galizien (siehe S. 159), nur in Deutschland bekannt ist, in lebhafter Konkurrenz Bohrungen ausgeführt und in der Schnelligkeit der Ausführung einander überboten. Zu Kaiseroda bei Salzungen begann der Bohrbetrieb am 2. Januar 1894 und schon am 15. Januar abends hatte man das Steinsalz bei 159 *m* Teufe angebohrt.

Die gröfsten Teufen bei Bohrungen auf Steinsalz hat man erreicht bei Inowrazlaw (Posen) mit 1058 *m*, bei Lübtheen (Mecklenburg) mit 1207 *m*, bei Sperenberg (südlich von Berlin) mit 1272 *m*, bei Lieth (Holstein) mit 1338 *m*, bei Salzdetfurt (Hannover) mit 1410 *m*. Dem gegenüber steht die überhaupt erreichte gröfste Bohrtiefe von 2003 *m* [Paruschowitz[1]) bei Rybnick, Oberschlesien].

Um vollständige Bohrkerne von Salz, besonders von leichter löslichem Kaliumsalz zu erhalten, wendet man, um süfse Wasser vom Bohrkerne fern zu halten, Magnesiumlauge an, Endlauge der Kaliumfabriken, die in deren Nähe billig zur Verfügung steht, für fernere Orte

---

[1]) Das bei diesem Bohrloche benutzte Hohlgestänge aus Patentröhren wog bei 1450 *m* Teufe und 35 *mm* lichtem Durchmesser 12368 *kg*. Statt schmiedeeiserner Röhren sind dann Mannesmannsche Röhren aus Stahl ohne Naht angewendet worden. Dadurch konnte die Gestängelast um 1600 *kg* vermindert werden. Am 17. Mai 1893 erreichte man dank diesem leichteren Gestänge bei 69 *mm* unterer Bohrlochsweite die Teufe von 2002,34 *m*. Die Bohrung ist bei 2003,34 *m* eingestellt worden. Die Temperatur war von 12,1° bis auf 69,3° *C.* gestiegen, jedoch ohne gleichmäfsige Zunahme. 34,14 *m* Teufe entfallen also durchschnittlich auf 1° *C.* Wärmezunahme, bei dem Bohrloch zu Segeberg hatte man auf je 32 *m*, bei dem zu Lieth in Holstein auf je 35,17 *m* 1° Wärmezunahme festgestellt.

Um die Diamantbohrkrone mit dem Bohrkern aus der Tiefe von 2000 *m* zu heben, waren 10 Stunden erforderlich. Ebensolange dauerte das Einlassen. Das Hohlgestänge wog bei 2000 *m* Länge 13707 *kg*, das ganze Bohrzeug 13875 *kg*. Der Kern mafs noch 45 *mm*. Beim Einlassen mufste schon 10 bis 15 *m* über Ort mit Drehen begonnen werden, da sich Bohrklein (Schlamm, Schmand) vor Ort setzte, das nur durch Spülung in dem aufsteigenden Wasserstrom entfernt wird. Die Bohrung hatte 399 Tage (vom 26. Jan. 1892 bis 17. Mai 1893) gedauert, so dafs auf einen Tag 5,01 *m* Bohrung entfallen. Dabei waren 83 Steinkohlenflötze mit zusammen 89,50 *m* Mächtigkeit durchbohrt worden. Die Kosten betrugen 75225 *Mk.* 41 *Pf.*, oder auf 1 *m* 37,55 *Mk.* Bei dem nächsttiefsten Bohrloch zu Schladebach (Regierungsbezirk Merseburg) hatte das Meter Bohrloch 121 *Mk.* 43 *Pf.* gekostet.

Digitized by Google

aber hohe Transportkosten erfordert und dann das Verfahren verteuert. Man bezieht zu dem Zwecke Chlormagnesium in festen Blöcken und löst es an der Stelle des Bohrbetriebes auf. Die natürlichen Kaliumsalze sind bei gewöhnlicher Temperatur in der Lauge unlöslich. Das Verfahren ist zuerst 1877 in Aschersleben angewendet worden[1]). Zu Jessenitz in Mecklenburg erhielt man bei einer Teufe von 270 bis 353 *m* gute Salzkerne. In 23 Tagen verbrauchte man dabei 3600 *Centner* Chlormagnesium. Der Centner in der Lauge kostete 1 *Mk.* 50 *Pf.*

Fig. 32.

Um den Salzkern vor Zerstörung durch das schnell sich drehende Gestänge und vor dem Auflösen in süfsen Wassern beim Aufholen des Kernes zu schützen, auch um ihn der Einwirkung der spülenden Lauge zu entziehen, hat man das Arbeitsstück des hohlen Bohrers noch mit einem besonderen inneren Cylinder versehen, der im Bohrgestänge (Fig. 32) an einem Wirbel *m* leicht drehbar ist und oben nur mit einem Ventil *s* geschlossen ist, damit die zusammengepreſste Luft entweichen kann. Die Bohrkrone *P* greift unter den Fuſs dieser inneren Büchse. Die zur Spülung eingeführte Lauge tritt zwischen den Wandungen des Bohrgestänges und der Büchse am Fuſse der Bohrkrone und des Salzkernes auf die Bohrlochssohle. Der Salzkern schiebt sich in die Büchse hinein, die sich entweder gar nicht mitdreht oder nur langsam drehen wird. Bei späteren Bohrungen hat man indessen die Schutzbüchse wieder abgeworfen. Man kann dann mit schmalerer Bohrkrone schneller arbeiten und stärkere Bohrkerne erhalten, die weniger schnell der Zerstörung anheimfallen, auch wird man bei der Spülung mit Lauge, um Laugenverluste zu vermeiden, Wasserzuflüsse durch gute Verröhrung des Bohrloches möglichst fernhalten. Bei Bohrungen des preuſsischen Fiskus hat man deshalb auch mit einfachem Bohrer gute Salzkerne erhalten.

Um aus dem Bohrloche kleine Eisengegenstände und andere Metallkörper oder abgelöste Diamanten, die die Bohrkrone beschädigen würden, zu entfernen, wendet man einen aus Flachstahl hergestellten Spitz-

[1]) *Pr. Z.* 1883, **31**, 429 (*Nettekoven*).

Digitized by Google

bohrer in der Form gewöhnlicher Eisenbohrer an, setzt ihn in eine alte Bohrkrone und bohrt auf der Sohle des Bohrlochs eine trichterförmige Vertiefung. Die kleinen Metallkörper schieben sich in diese Vertiefung. Die Bohrkrone läfst bei dem nachfolgenden Kernbohren den inneren Teil unberührt. Man bohrt unter schwacher Spülung ein Kernstück heraus, das in der trichterförmigen Vertiefung die Metallstücke und harten Körper mit zu Tage führt[1]).

Eisenstücke hat *H. Degenhardt* in Gleiwitz (Vertreter der Elektricitätsgesellschaft vormals *Schuckart u. Co.*) bei Diamantbohrung durch einen Stabmagneten aus dem Bohrloche schnell und sicher entfernt[2]). Der Stabmagnet hatte 1,5 *m* Länge und 70 *mm* Durchmesser. Er war mit einer einfachen Lage Gummibanddraht umwickelt und wurde durch den Strom einer kleinen Dynamomaschine erregt, die von der zu Bohrzwecken aufgestellten Lokomobile angetrieben wurde. Durch einen einfachen Wasserwiderstand liefs sich der Strom auf durchschnittlich 30 *Ampère* halten. Der Magnet hatte dann 50 *kg* Tragkraft. Er wurde ohne Stromschlufs an einem Seile herabgelassen und erst beim Aufstofsen auf der Bohrlochssohle durch Schliefsen des Stromes magnetisch gemacht. Schon am ersten Tage konnten die die Bohrung behindernden Eisenbruchstücke heraufgeholt werden. Sie waren nur mit Gewalt vom Magneten zu trennen. Bei gröfseren Eisenstücken, wo das zuerst angegebene Verfahren nicht mehr anwendbar ist, wird dieses Mittel zur schnellen Fortführung der Bohrarbeiten nützlich sein. Ueber das Verröhren der Bohrlöcher und anderes siehe den Abschnitt: Soolgewinnung aus Bohrlöchern (S. 473).

Nach der Ausführung der Bohrung ist zur Sicherung des künftigen Abbaues der Lagerstätte, um nämlich ein Eindringen von Wasser aus dem Deckgebirge durch das Bohrloch in die künftigen Abbauräume zu verhindern, ein wasserdichtes Verstopfen des Bohrloches erforderlich. Eine Polizeiverordnung des Preufsischen Oberbergamtes in Halle schreibt in dieser Beziehung vor, dafs Bohrlöcher von 100 *m* Tiefe und weniger bis zur Tagesoberfläche, tiefere Bohrlöcher auf mindestens 100 *m* von der Bohrlochssohle aufwärts und bis zu 100 *m* über dem obersten erbohrten Salzlager mit wasserabdämmenden Stoffen (Letten, Thon, Cement u. dergl.) dicht ausgefüllt werden müssen.

Zum Zufüllen, Versetzen der Bohrlöcher verwendet man in der Regel Thon. Eigrofse Kugeln werden mit der Hand geballt, dann getrocknet und einzeln mit Zwischenpausen von etwa je $^1/_2$ *Minute* in das Loch geworfen. Die Zwischenpausen sind nötig, damit nicht die verschieden schnell durch die Bohrlochsröhre herabfallenden Kugeln sich treffen und in höheren Teilen des Bohrlochs versetzen. Von Zeit zu Zeit werden die Thonkugeln mittels des eingelassenen Bohrgestänges zusammen-

[1]) *B.- u. H. Z.* 1895, S. 1342.
[2]) *Ö. Z.* 1898, **46**. *Gf.* 1898, **34**, 395.

Digitized by Google

gepreſst. Dadurch ist das Verfahren sehr zeitraubend und kostspielig. Auch wird nicht damit erreicht, daſs der Thon überall gleichmäſsig festgedrückt wird und das Bohrloch völlig ausfüllt.

Besser ist, nach *Thumann*[1]), die Zufüllung mit erhärtender Cementmasse. Bei wenig tiefen oder sehr weiten Bohrlöchern wird Cementbrei in dünnflüssigem Zustande eingeschüttet oder eingepumpt, oder in Gefäſsen mit sich öffnender Bodenklappe eingelassen. Bei tiefen und engen Bohrlöchern empfiehlt *Thumann*, Cement trocken in Glascylindern, die mit einer Krempe versehen sind und mittels eines Bundringes an eine Schwerstange oder ein Bohrrohr angeschraubt werden, am Seile in das Loch einzulassen. Vor Ort zerbricht der Glascylinder unter der Last der Stange, der Cement wird unmittelbar auf der Verwendungsstelle frei, vermischt sich mit dem Wasser und wird abgebunden. Da in dieser Ausführung der Cement durch das häufige Auf- und Niedergehen der Belastungsstange aufgerührt und zu sehr verdünnt werden würde, so führt man besser die Füllung nicht hinter einander aus, sondern bringt getrennte Cementpfropfen ein, besonders jedesmal an den Stellen, wo nach den Bohrregistern wasserabdämmende Gebirgsschichten angetroffen worden sind, z. B. Anhydrit, Rogenstein über dem zu schützenden Salzlager. Als sichere Grundlage für die Cementpfropfen füllt man scharfen, gleichmäſsig grobkörnigen, am besten gesiebten und gewaschenen Sand ein, den man durch einen Trichter in das Bohrloch schüttet. Dieser Sand lagert sich sofort im Wasser dicht und fest zusammen, so daſs er dem einzubringenden Cementcylinder genügenden Widerstand zum Zerbrechen bietet. Die Glasscherben verbinden sich mit dem Cement so gut wie Sand.

Im Salzlager, wo keine Wasser auftreten, genügt nur Sandfüllung, höchstens in der obersten Zone des Salzes sind erhärtende Pfropfen einzubringen. Dazu verwendet man zweckmäſsig Magnesiacement. Feingemahlene gebrannte Magnesia, die mit Sand gemengt und mit Chlormagnesiumlauge zu einem Brei angerührt wird, giebt einen im Salze vorzüglich abbindenden Mörtel. Der Magnesiacement wird in derselben Weise eingebracht wie der Portlandcement, also in Glascylindern und mit Schwerstange am Seil. Bevor man Portlandcement einbringt, wird das Bohrloch durch eingepumptes Süſswasser von Soole und Magnesiumlauge befreit, da der Cement in süſsem Wasser besser erhärtet, als in Soole oder Lauge.

Zweckmäſsig bringt man zunächst je einen Eimer Sand und eine Cementpatrone abwechselnd ein. Der Sand dringt jedesmal in den vor Ort liegenden Cementbrei und bildet mit ihm einen gut erhärtenden Mörtel oder Beton. Nach der ablaufenden Seillänge kann man den Fortgang der Verfüllung beobachten und auch erkennen, wo ausbrüchige Stellen im Loche sind.

---

[1]) *H. Thumann*, Verdichtung von Tiefbohrlöchern. *Gf.* 1895, **31**, 1353.

Digitized by Google

Hat man 30 *m* Bohrlochsteufe auf diese Weise verfüllt, so füllt man abwechselnd je zwei Eimer Sand und eine Cementpatrone ein, später je drei Eimer. Endlich bringt man nur noch in besonders geschlossenen Gesteinsschichten oder im Liegenden von wasserführenden Schichten Cementpatronen ein und füllt im übrigen das Loch mit Sand aus.

Gegenüber der Füllung mit Thonkugeln kann man nach diesem Verfahren mindestens $^3/_4$ an Zeit und Kosten sparen und erreicht dabei eine weit zuverlässigere Verdichtung.

Die Aufschliefsung der Salzlagerstätte durch Schächte für die künftige Förderung, Fahrung, Wetterführung und Wasserhaltung bietet je nach der Beschaffenheit des Gebirges, ob locker, klüftig oder gleichmäfsig und fest, und der Menge der Wasserzuflüsse mehr oder weniger grofse Schwierigkeiten.

Auf dem Salzwerke Heilbronn hat man den Schacht vollständig bis auf 216 *m* mit der Hand abgeteuft und in Ziegelsteinmauerung gesetzt, die, dem Abteufen folgend, absatzweise je von einer Gesteinsbrust aus nachgeführt wurde, wobei dann die Gesteinsbrust des höheren Absatzes, sobald der tiefere Absatz so weit nachgeführt war, zur Verbindung des Mauerwerks entfernt wurde. Die oberen 10 *m* sind mit 5 Steine starker Mauerung, der übrige Teil mit $2^1/_2$ Steine starker Mauerung versehen. Im Schachttiefsten ist ein Sumpf ausgemauert.

Nicht immer geht der Schachtbau in dieser einfachen Weise glatt von statten. Wasserzuflüsse aus den oberen Gerölleschichten, die diese wie Schwimmsand in den Schacht eindringen lassen, oder aus den die Salzlager überlagernden Gesteinsschichten, wobei besonders zerklüftete und Wasserschlotten führende Gyps- und Dolomitschichten in betracht kommen, erschweren die Arbeit und nötigen zu oft sehr umständlichen und kostspieligen Verfahrungsarten.

An dem Salzschacht zu Jessenitz[1]) hat man lange Jahre unter bedeutenden Schwierigkeiten gearbeitet. Die oberen Schichten Sand, Kies und Geröll haben bei einem nur 7 *m* unter Tage liegenden natürlichen Wasserspiegel den Charakter von Schwimmsand. In diesen Schichten hat man das Gefrierverfahren nach *Poetsch* in Magdeburg mit Erfolg angewendet. Bei 75 *m* Teufe liegt der erste Keilkranz, auf dem sich bis zu Tage der wasserdichte deutsche Tübbingsausbau aufbaut. Dann ist mit der Hand weiter abgeteuft, bei 89 *m* ein zweiter Keilkranz mit Tübbingsausbau gelegt worden, da der obere Keilkranz nach dem Auftauen der Frostmauer etwa 20 *Liter* Wasser in der Minute durchliefs. Dadurch konnten die Wasser völlig abgeschlossen werden. Auch von 130 bis 89 *m* Teufe wurde ein Tübbingssatz eingebaut. Da dann wieder wasserführende klüftige Gebirgsschichten auftraten, wurde noch einmal das Gefrierverfahren angewendet. Die Frost-

[1]) *Industrie* 1898, 8, 1009 u. 1017.

Digitized by Google

mauer konnte jedoch nicht widerstandsfähig genug hergestellt werden, da das Wasser 9 *Pct.* Salze enthielt, die Temperatur des Gebirges 22° *C.* betrug und ein Druck von etwa 14 *Atm.* zu überwinden war. Mit Hülfe von zwei einfachen und direkt wirkenden Wasserhaltungsmaschinen konnte der Schacht bis 150 *m* abgeteuft werden. Die Schachtwandungen wurden mit U-Eisenringen verkleidet. Dann brachen jedoch die Wasser mit solcher Gewalt durch (24 *cbm* in 1 *Min.*), dafs der Schacht zum Ersaufen kam.

Man ging deshalb zum Abbohren des Schachtes über. Die Sohle des Schachtes wurde zu diesem Zwecke bis zu 13 *m* (7 *m* über der obersten wasserführenden Gebirgsschicht) mit Beton gefüllt. Nach drei Monaten war dieser genügend abgebunden und fest genug, um dem Wasserdruck zu widerstehen. Der Schacht konnte dann gesümpft werden.

Die Versuche, die im Beton noch steckenden acht Gefrierrohre zu entfernen, waren vergeblich. Herausziehen nach Umbohren mit Diamantbohrkorne gelang nicht. Es traten bei den Arbeiten von neuem Wasser in den Schacht und ein Teil der zurückgebliebenen Bohrgegenstände mufste durch Taucherarbeit und mittels Fangwerkzeugen herausgeholt werden.

Die Einrichtungen für das Abbohren des Schachtes waren die üblichen, nämlich ein Dampfkabel zum Einlassen und Ausziehen des Bohrers und ein Kabel zum Schlämmen. Der obere Teil des Schachtes hat 5 *m* Durchmesser zwischen den Tübbingswänden, der Bohrschacht nur 4,1 *m*. Man bediente sich eines Vorbohrers von 2,5 *m* Durchmesser und eines Erweiterungsbohrers von 4,83 *m*. Bei 141,3 *m* bohrte man sogleich mit dem Erweiterungsbohrer im Beton mit gutem Fortgang. Schwieriger wurde die Arbeit bei 150 *m* Teufe, als man auf die wasserführenden Klüfte stiefs, von denen sich eine mit 10° Einfallen in einer 7 *m* starken Dolomitbank befand. Die Bohrsohle war nur ungleichmäfsig in der Masse und verschieden hart. Der Bohrer schwankte und stiefs gegen die unteren Eisenringe, die sich ablösten und unter den Bohrer gerieten, wobei wiederholt Gestängebrüche vorkamen. Erst bei 155 *m* Teufe gelang es, ein Vorbohrloch von 2,5 *m* Durchmesser anzusetzen, von da ab ging auch der Betrieb mit dem Erweiterungsbohrer besser, da dieser nun in dem Vorbohrloch eine Führung erhielt. Es wurde abwechselnd vor- und nachgebohrt. Beim Vorbohren wandte man Rutschscheere und Freifallapparat an, beim Nachbohren nur Rutschscheere. Die vorstehenden Gefrierröhren waren noch vielfach hinderlich und drückten den Bohrer zur Seite. Mühevolles Nacharbeiten der Schachtstöfse mit sägeartig gezähnten Einsätzen am Bohrer mufsten verhindern, dafs der Schacht aus dem Lot kam. Erst bei 175 *m* Teufe konnte man die Gefrierrohre beseitigen. Bis dahin hatte man gegen 220 *Zentner* zermalmtes Schmiedeeisen und Stahl mit dem Schlammlöffel aus dem Schacht gefördert. Der nachfolgende Gyps war stark

Digitized by Google

mit Schlotten durchzogen, oft fand der Bohrer keinen Boden, so dafs beständig mit der Gefahr von Gestängebrüchen gerechnet werden mufste.

Bei 261,5 *m* erreichte man das Steinsalzlager. Die Moosbüchse für den wasserdichten Ausbau verlagerte man im Steinsalz, da sich der darüber stehende, mit Höhlungen versehene Gyps dazu nicht eignete. Man bohrte noch 20 *m* im Salz und sättigte das Schachtwasser, damit keine Auswaschungen im Salze entstehen konnten, zunächst mit Steinsalz, wobei 200000 *kg* verwendet wurden. Bei 280 *m* Gesammtteufe wurde die Bohrung eingestellt.

Da bei 215 *m* Nachfall aus den Stöfsen verspürt worden war, hatte man versucht, den Schacht in der unteren Partie des Gypses vorläufig mit zwei je 27 *m* langen schmiedeeisernen Röhren zu verkleiden, und hatte dabei bemerkt, dafs der Schacht bei 200 bis 250 *m* Teufe dennoch etwas aus dem Lote gekommen war, da sich die erste Röhrentour festsetzte. Genaue Lotungen ergaben 220 *mm* Abweichung von der Vertikalen. Man mufste also die 27 *m* lange Röhrentour wieder herausziehen und begnügte sich mit einer 10 *m* langen Eisenblech-Röhrentour. Diese wurde, da sie im Salze keinen Halt fand, mit vier Stahldrahtseilen frei aufgehängt. Die Cuvelage, bestehend aus gufseisernen Ringen von 4,10 *m* lichter Weite, wurde dann ohne Hindernis eingebaut. Da sich das unter dem Cuvelageboden eingeschlossene Wasser beim Zusammenpressen der Moosbüchse mit Gewalt durch das Ausgleichrohr emporddrängte und über den oberen Rand abflofs, auch nach dem Einbau nicht wieder zurücksank, so konnte man annehmen, dafs mit der Moosbüchse ein guter Abschlufs erreicht war. Der Raum zwischen Cuvelage und Schachtwand wird mit Beton verfüllt.

B. Abbauverfahren.

Abbau auf den Steinsalzlagern. Für die bergmännische Gewinnung eignet sich nur das in gröfseren festen Massen, Lagern, rein oder mit wenig Gesteinsmitteln (in der Regel Anhydrit und Gyps) vorkommende Steinsalz.

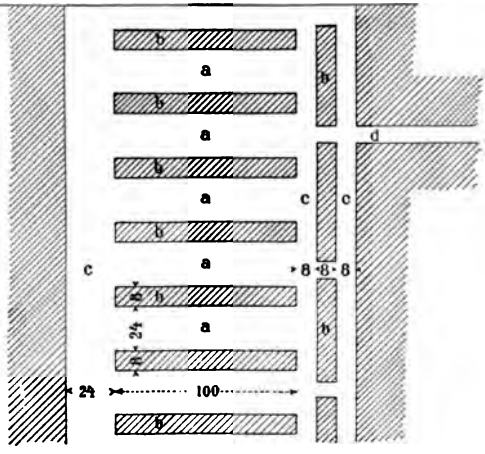
Tagebau oder steinbruchartige Gewinnung mit Aufdeckarbeit, Abtragen des Deckgebirges findet da statt, wo das Steinsalzlager zu Tage ausgeht oder nahe unter der Erdoberfläche liegt (Cardona, Persien). Gewöhnlich mufs Tiefbau angewendet werden, da die meisten Steinsalzlager in gröfserer Tiefe (100 bis über 1000 *m*) lagern und nur durch Schächte aufgeschlossen werden können (Wieliczka, Bochnia, Cheshire in England, Wilhelmsglück bei Schwäbisch Hall, Heilbronn, Stetten in Hohenzollern, Stafsfurt, Erfurt, Inowrazlaw, Aschersleben, Bernburg).

Der Abbau des Steinsalzes wird dadurch erleichtert, dafs es wegen seines festen Zusammenhanges den Aushieb weiter Räume mit wenigen Stützpfeilern aus fester Salzmasse zuläfst, und dafs der das Salz über-

Digitized by Google

lagernde Thon den Zutritt des Wassers zum Lager beschränkt. Anfänglich hat man bei deutschem Steinsalzbau die Abbaupfeiler übermäfsig weit, die Sicherheitspfeiler zur Unterstützung des Deckgebirges, unter dem eine Salzbank unabgebaut bleibt, sehr schwach hergestellt, z. B. hat man in Abbauräumen von 120 *m* Breite und beliebiger Länge nur in Abständen von 25, 20 oder 18 *m* 8 *m* im Quadrat starke Pfeiler (Beine) stehen lassen und auch bei diesen zum Teil noch den unteren Teil, den Fufs, abbauen und nur durch Bergeversatz, trockene Untermauerung mit taubem Gestein, unterstützen zu können geglaubt. Später hat man es überall für zweckmäfsig gehalten, durchlaufende Sicherheitspfeiler stehen zu lassen.

Fig. 33.



In Stafsfurt wählte man die Abbaupfeiler über 100 *m* lang und 24 bis 25 *m* breit, und liefs zwischenden Abbaupfeilern Sicherheitspfeiler von 100 *m* Länge und 8 *m* Breite stehen, bei 7 *m* Abbauhöhe. Fig. 33 zeigt in grundrifslicher Darstellung *a* die Abbaupfeiler, *b* die Sicherheitspfeiler, *c* streichende Förder- und Wetterstrecken, *d* Querschlag.

Bei breiteren Abbaupfeilern oder schwächeren Sicherheitspfeilern ist zu befürchten, dafs der Druck des Deckgebirges trotz der Zähigkeit der über den Abbauräumen belassenen 8 *m* und mehr starken Salzdecke die Salzpfeiler oder Beine oder den Versatz niederpreíst und zerstört. Eine Polizeiverordnung des preufsischen Oberbergamtes in Halle schreibt deshalb vor, dafs beim Abbau des Steinsalzes Weitungen, die 100 *m* Länge, 25 *m* Breite und 9 *m* Höhe überschreiten, regelmäfsig und vollständig mit Bergen versetzt werden müssen, und zwar dürfen die Räume nicht länger als drei Jahre unausgefüllt bleiben. Bei sehr festem, anhydritreichem Steinsalz kann erlaubt werden, die Räume nur teilweise zu versetzen. Beim Abbau in den weniger festen Kalium- und Magnesiumsalzen (Carnallit, Kieserit, Kainit u. a.) müssen alle abgebauten Räume längstens binnen sechs Monaten mit Bergen versetzt werden, wobei zum Versatz auch Steinsalz, Rückstände von der Verarbeitung der Kaliumsalze, kalte Asche, Bauschutt und ähnliche Materialien verwendet werden dürfen.

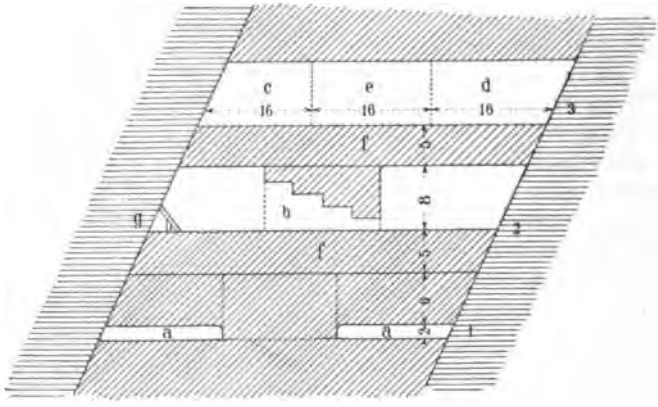
Nachdem man in Stafsfurt über der das Salzlager bedeckenden Salzthondecke ein zweites jüngeres Steinsalzlager mit weit reinerem

Digitized by Google

Steinsalz aufgeschlossen hatte, stellte man die Gewinnung von Steinsalz auf dem unteren Lager ein und beschränkte sich darauf, aufser den wertvollen Kaliumsalzen nur das jüngere Steinsalz zu gewinnen. Dieses enthält mindestens 98 *Pzt.* Chlornatrium. Das Lager hat zum Liegenden Anhydrit, im Hangenden liegt Gyps, Thon, Sand und Kalkstein.

Der Abbau auf dem 30 bis 35 *m* mächtigen jüngeren Steinsalzlager, das mit etwa 45° einfällt, vollzieht sich in dem Felde des Achenbachschachtes des preufsischen Werkes in der Weise, dafs man vom Querschlage aus am Hangenden und Liegenden 8 *m* hohe, an der Sohle 16 *m* breite Strecken auffährt, *c* und *d* Fig. 34, derart, dafs etwa 50 *m* voraus eine 2 *m* hohe Einbruchsstrecke *a* getrieben und dann die Firste bis auf 8 *m* Höhe nachgerissen wird. Zur Sicherung der Fahrung und Förderung werden am Hangenden Orgelstempel *g* gesetzt. Die beiden

Fig. 34.



Hauptabbaustrecken werden später durch Querörter *e*, *b* verbunden, die 8 *m* Höhe und 16 *m* Breite haben, dazwischen bleibt jedesmal ein 10 *m* langer, 16 *m* breiter Pfeiler stehen. So bewegt sich der Abbau zugleich in mehreren Sohlen über einander, die durch 5 *m* starke Schweben *f* gesichert werden. Der Abbau in der oberen Sohle eilt dem in der unteren Sohle stets um einiges (50 *m*) voraus.

Abbau auf den Stafsfurter Kaliumsalzlagern.

Interessant sind die verschiedenen Methoden des Abbaues, die man beim Abbau des Carnallitlagers versucht hat, bis man zu einem genügende Sicherheit bietenden Verfahren gelangt ist. Der Abbau des Carnallitlagers wird seit 1863 betrieben. Der Carnallit zeigt weit weniger Zusammenhang und Festigkeit, als das Steinsalz.

Zunächst versuchte man bei dem ebenso wie das jüngere Steinsalzlager steil einfallenden Carnallitlager von einer am Hangenden getriebenen Strecke aus durch 8,5 *m* breite und 8 *m* hohe Querörter, die in Strossen abgebaut wurden, mit 6 *m* breiten Zwischenpfeilern, die vom

Digitized by Google

Hangenden zum Liegenden durchgingen, die erforderliche Sicherheit zu erreichen. Zur besseren Wetterverbindung trieb man später auch am Liegenden eine Strecke und baute diese und die Querörter in Firstenstöſsen ab. Zwischen Abbau und nächst höherer Sohle blieben 4 bis 5 *m* starke Schweben stehen. Dabei betrug der Abbauverlust 50 bis 60 *Pct.* Es zeigte sich jedoch, daſs die alten Baue vor dem Zusammenbrechen nicht genügend gesichert waren. Man ging deshalb zum Abbau mit Bergeversatz über und verstürzte die alten Baue mit wertlosem Material aus dem älteren Steinsalzlager. Die höheren Sohlen, immerhin noch 200 *m* unter Tage, lieſs man zur Sicherung der Oberfläche unabgebaut, teufte die Schächte tiefer ab und ging später von den neuen Schächten mit tieferen Abbausohlen zu Felde.

Der Abbau vollzog sich dann wie folgt. Im Liegenden des Carnallitlagers und 10 *m* söhlig davon im liegenden Kieserit fuhr man zwei parallele Vorrichtungsstrecken auf, auf den höheren Sohlen nur eine Vorrichtungsstrecke im Kieserit, die zur Wetterführung an verschiedenen Stellen mit den Abbauräumen und unter einander verbunden wurden. Von der liegenden Strecke ging man mit Einbruchsstrecken quer durch das Lager zum Hangenden und nahm in Firstenstöſsen vom Hangenden her das Salz heraus. Auf je 122 *m* Feldeslänge beliefs man 32 *m* starke Hauptpfeiler und baute dazwischen in acht querschlägigen, je 10 *m* breiten Abbauörtern, zwischen denen sieben Pfeiler von je 6 *m* Breite stehen blieben, das Lager von Sohle zu Sohle ab. Die Weitungen wurden 9 *m* hoch. Nach der Entfernung des Fördergutes auf dem Abbauorte wurde dieses sofort von der oberen Sohle her mit Bergen aus dem Steinsalzlager zugestürzt.

Zur Gewinnung der Berge legt man Bergemühlen, und zwar im Liegenden des Carnallits an, indem man durch den Kieserit fährt und die liegenden, festeren, polyhalitischen Salze gewinnt. In Abständen von 150 bis 200 *m* treibt man querschlägige Strecken von 50 *m* Länge in den Kieserit. Am Ende der Strecke schieſst man auf 20 *m* Länge seitlich einen 2 *m* hohen Einbruch und gewinnt dann den Kieserit in Firstenstöſsen, so daſs hier Weitungen von 20 *m* Breite und 80 *m* Länge im Streichen des Lagers entstehen. Aus einer Bergemühle können zehn Querörter im Carnallit völlig zugestürzt werden.

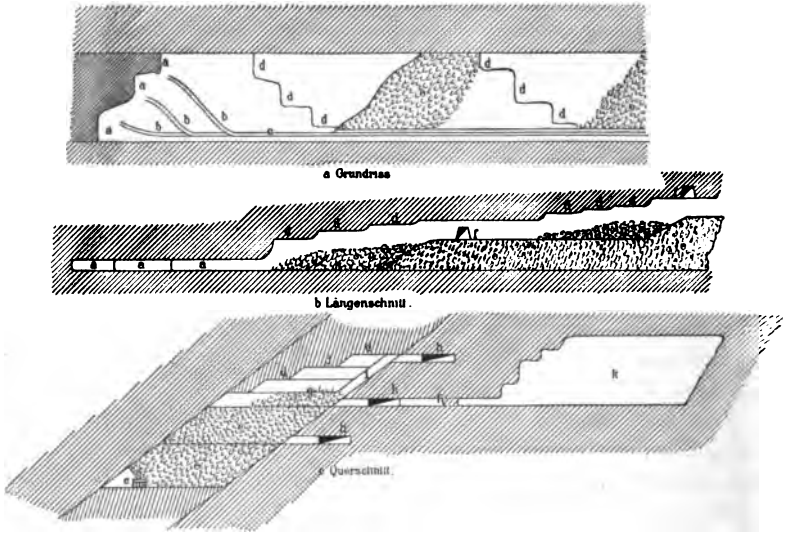
Bei den neueren Betrieben in dem Baufelde des Achenbachschachtes versuchte man zunächst nur mit Bergeversatz zu bauen und die wertvollen Pfeiler mit zu gewinnen. Man trieb in der ganzen Breite des Lagers drei je 6 bis 8 *m* breite Einbruchsörter in der Weise zu Felde, daſs das Einbruchsort am Hangenden dem mittleren, und dieses dem Orte am Liegenden um etwa 50 *m* vorauseilte. Zur Gewinnung des Salzes in der Firste trieb man am Liegenden aufwärts 12 *m* breite Strecken (Schleppen) 9 *m* hoch und baute vom Liegenden zum Hangenden in drei 12 *m* breiten Stöſsen, die entsprechend den Einbruchsörtern verschieden weit vorauseilten, firstenartig ab. In dem Maſse,

Digitized by Google

wie die Firste höher heraufrückte, folgte der Bergeversatz nach, so jedoch, daſs immer genügend Raum für das hereingeschossene Haufwerk blieb, auf dem die Arbeiter bei der Firstenarbeit stehen. Eine Schwebe blieb nicht stehen, ein neuer söhliger Einbruch für die höhere Sohle war also bei weiterem Abbau nicht nötig. Die Gewinnung schritt von Sohle zu Sohle auf dem Versatze der unteren Sohle weiter. Die Querörter im Liegenden zur Gewinnung des Bergeversatzes wurden immer 7 *m* höher als die Sohle des Abbaues gelegt, um bequem die Berge in die abgebauten Räume hineinstürzen zu können.

In Fig. 35 a, b, c sind *a* die Einbruchsstöſse, *b* die Schienengleise, *c* ist eine am Hangenden getriebene Förderstrecke der unteren Sohle,

Fig. 35.



d sind die nachfolgenden Firstenstöſse, *e* ist der Bergeversatz, *f* der Querschlag zur Bergemühle, *g* das Carnallithaufwerk, *h* sind die Förderstrecken im Kieseritsteinsalz, *i* ist die Schleppe, *k* die Bergemühle.

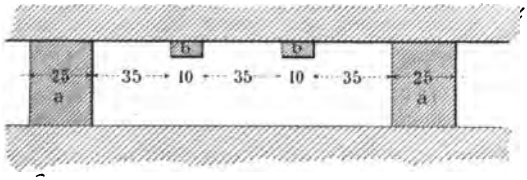
Der Versatz allein genügte nicht zur Sicherung, da er sich zusammenpreſste. Der starke Druck des Hangenden bedrohte die Firsten der Abbaue, so daſs man wieder Sicherheitspfeiler belassen muſste. Man lieſs auf je 125 *m* ausgebauten Raum 25 *m* breite Zwischenpfeiler *a* (Fig. 36) stehen, die nicht durchörtert wurden. Sie wurden durch die Strecke im Liegenden des Lagers umfahren. Zur weiteren Sicherung hat man im Abbauraume noch je zwei Strebepfeiler *b* von 10 *m* Breite und 5 *m* Stärke am Hangenden belassen. In dieser Weise baut man jetzt im Kainit.

Beim Abbau im Carnallit hat man statt der 5 *m* starken Pfeiler im Hangenden 7 *m* breite Pfeiler *c*, die durch das ganze Lager vom

Digitized by Google

Hangenden bis zum Liegenden durchlaufen, anstehen lassen, so dafs die einzelnen Abbaupfeiler *b* im Streichen 37 *m* breit wurden (Fig. 37). Bei der querschlägigen Gewinnung der Firste in drei, zusammen

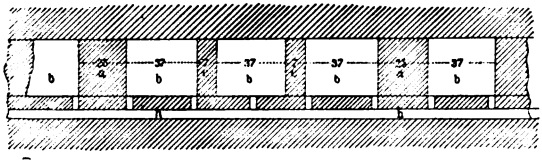
Fig. 36.



37 *m* breiten Stöfsen hält man die Firstenfläche am Hangenden 3 *m* höher, um den Druck des Deckgebirges auf das Firstensalz zu vermindern.

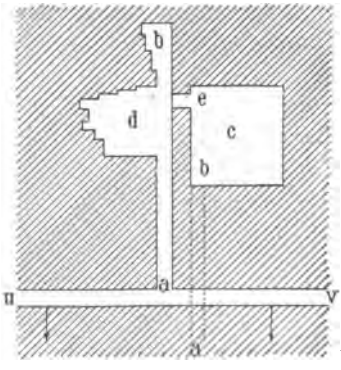
Bei der Anlegung der Bergemühlen (Fig. 38) sorgt man dafür, dafs diese in den verschiedenen Sohlen nicht über einander, sondern

Fig. 37.



neben einander zu liegen kommen, wobei der von der Förderstrecke *uv* abgehende Querschlag *ab* der nächst höheren Bergemühle *d* mit dem oberen Teile der tieferen Bergemühle *c* durch einen Durchhieb *e* zur Wetterführung verbunden wird.

Fig. 38.



Auf dem nur schwach geneigten Salzlager von sylvinitischen Hartsalzen des Bergwerkes Glückauf bei Sondershausen führt man den Abbau in folgender Weise. Die Abbausohle liegt bei 670 *m* Teufe. Zwischen den beiden für die Förderung und Wetterführung getriebenen Hauptstrecken von 4 *m* Breite und 2,2 *m* Höhe bleibt ein 10 *m* starker Sicherheitspfeiler stehen. Von 40 zu 40 *m* sind Abteilungsstrecken getrieben. Von diesen aus wird das Lager in 9 *m* breiten Pfeilern, zwischen denen 4 *m* breite Sicherheitspfeiler stehen bleiben, abgebaut. Gegen die Hauptstrecke bleibt ein 6 *m* breiter Sicherheitspfeiler stehen. Zunächst treibt man von Abteilungsstrecke zu Abteilungsstrecke eine 4 *m* breite, 2,2 *m* hohe Strecke durch. Dann wird der daneben liegende

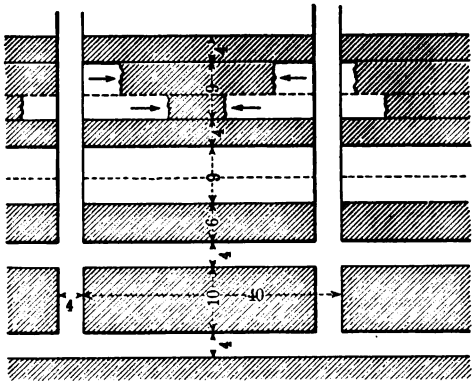
Digitized by Google

5 *m* breite Streifen in gleicher Höhe weggenommen. Danach wird die Firste, soweit es die Mächtigkeit des Kaliumsalzlagers zuläfst, nachgeschossen, wobei die Arbeiter auf dem zum Teil im Pfeiler belassenen Haufwerk stehen.

Die leeren Räume werden mit Steinsalz und Rückständen aus der chemischen Fabrik verfüllt (s. Fig. 39).

In Erfurt teilt man das nur schwach (drei bis vier Grad) geneigte, $14^1/_2$ *m* mächtige Lager durch schwebende (in der Richtung der Fallinie des Lagers) oder streichende (nahezu horizontal getriebene) Vorrichtungsstrecken in 60 *m* breite Abteilungen. Diese Bauabteilungen werden nahezu rechtwinklig zur Vorrichtungsstrecke in Abständen von 35 *m* durch 4 *m* breite, $1^3/_4$ *m* hohe Strecken durchörtert, so dafs die einzelnen Pfeiler 31 *m* breit und 60 *m* lang werden. Die Pfeiler werden in 21 *m* Stärke von den seitlichen Abbaustrecken aus, und zwar in zwei je $10^1/_2$ *m* breiten Stöfsen, abgebaut. Zunächst wird die untere 1 bis $1^3/_4$ *m* starke Bank abgebaut (Einbruchssalz), dann nimmt man das darüber liegende Bergemittel, eine $^1/_4$ *m* starke Anhydritbank, nach und endlich wird die obere Bank in vier Stufen hereingewonnen und der ganze Pfeilerstofs in 6 *m* Höhe abgebaut. Eine Schwebe von $8^1/_2$ *m* Stärke bleibt dabei unter dem Deckgebirge unabgebaut, und von dem 35 *m* breiten Pfeiler bleibt ein 10 *m* breiter und 60 *m* langer Sicherheitspfeiler zu jeder Seite des abgebauten 25 *m* breiten Raumes liegen. Also nur $^2/_5$ des Lagers werden dem Abbau unterworfen, und von diesem Teile bleiben noch $^2/_7$ als Sicherheitspfeiler stehen. Nur etwa $^2/_7$ der ganzen Lagermasse werden gewonnen. Aus der unteren Salzbank fallen auf 1 *cbm* 1850 *kg* Salz, aus der oberen Bank (Firstensalz) fallen auf 1 *cbm* 2000 *kg* Salz. Der Anhydrit wird sorgfältig ausgehalten und in den Abbauräumen versetzt. Bei der Salzgewinnung entfallen auf einen Häuer in der neunstündigen Schicht im Durchschnitt 6000 *kg* Salz, und zwar beim Streckenbetriebe etwa 1850 *kg*, beim Einbruch (in der unteren Bank) 2800 *kg* und in der Firste (Abbau der oberen Bank) 26000 *kg* Salz, und es werden bezahlt für die Gewinnung von 1 *cbm* Salz in der Strecke 4 *Mk.* 20 *Pf.*, im Einbruch 3 *Mk.* 10 *Pf.*, in der Firste 47 *Pf.* mit der Förderung zum Schachte. In der Fig. 40 ist der betreffende Abbau grundrifslich skizzirt.

Fig. 39.

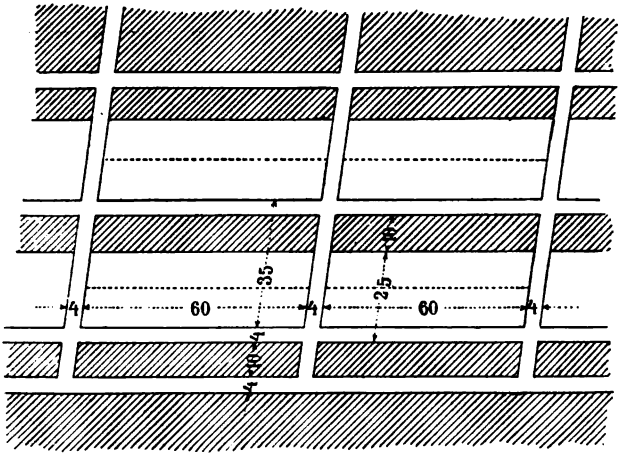


Digitized by Google

Zu Heilbronn[1]) baut man das untere, klares Krystallsalz führende Lager von 19 *m* Mächtigkeit in 100 *m* langen, 15 *m* breiten Pfeilern ab, zwischen denen 10 *m* breite Sicherheitspfeiler stehen bleiben. Von der Hauptvorrichtungsstrecke aus sind von 100 zu 100 *m* 5 *m* breite, 4 *m* hohe Abteilungsstrecken getrieben, die der besseren Standhaftigkeit wegen mehr elliptischen oder abgerundeten als rechteckigen Querschnitt haben, dann nimmt man von entgegengesetzten Seiten den Abbau der Pfeiler in Angriff. Zunächst werden mit Gegenort Strecken getrieben, die dann auf 15 *m* erweitert werden. Erst dann baut man von beiden Seiten firstenartig die Salzmasse bis zu 19 *m* Mächtigkeit ab.

Man verfährt deshalb in dieser Weise, um schnell einen besseren Wetterzug zu erzielen, was bei dem starken Pulververbrauche beim

Fig. 40.



Schiefsen in den Firsten nötig ist und auch, weil die untere Bank weniger reines Steinsalz führt und deshalb besonders gehalten wird.

Für den Wetterzug macht man zunächst einen Aufhieb *g* (Fig. 41, a. f. S.) zur Wetterverbindung nach der über der Hauptvorrichtungsstrecke in der oberen Salzbank liegenden Wetterstrecke *h*. Dadurch erhält jeder Abbaupfeiler zweckmäfsigerweise eine gesonderte Luftzuführung. Zwischen den Abteilungsstrecken liegen nochmals Teilungsstrecken (Mittelstrecken), die in der Mitte den Abbaupfeiler teilen, von denen aus die Luft zuströmt, die aufsteigend an den Firstenstöfsen vorbeistreicht und zur Wetterstrecke gelangt. Nach dem Abbau jedes Pfeilers wird die kurze Verbindungsstrecke *i* vor der Hauptvorrichtungsstrecke mit Bergen oder Anhydrit- und Steinsalzstücken, die durch nassen Salzschlamm fest verkittet werden, zugesetzt. Diese Mauerung

[1]) *Lichtenberger*, Das Salzwerk von Heilbronn. *Pr. Z.* 1897, 45, *B.* 135.

Digitized by Google

bildet einen fast luftdichten Abschluſs, so daſs die frische Luft fast vollständig nur den Pfeilerräumen zuströmt, in denen sich der Abbau bewegt. In der Fig. 41 ist *a* die Hauptvorrichtungsstrecke oder Richtstrecke, *bb* sind Abteilungsstrecken, *c* Mittelstrecken, die den

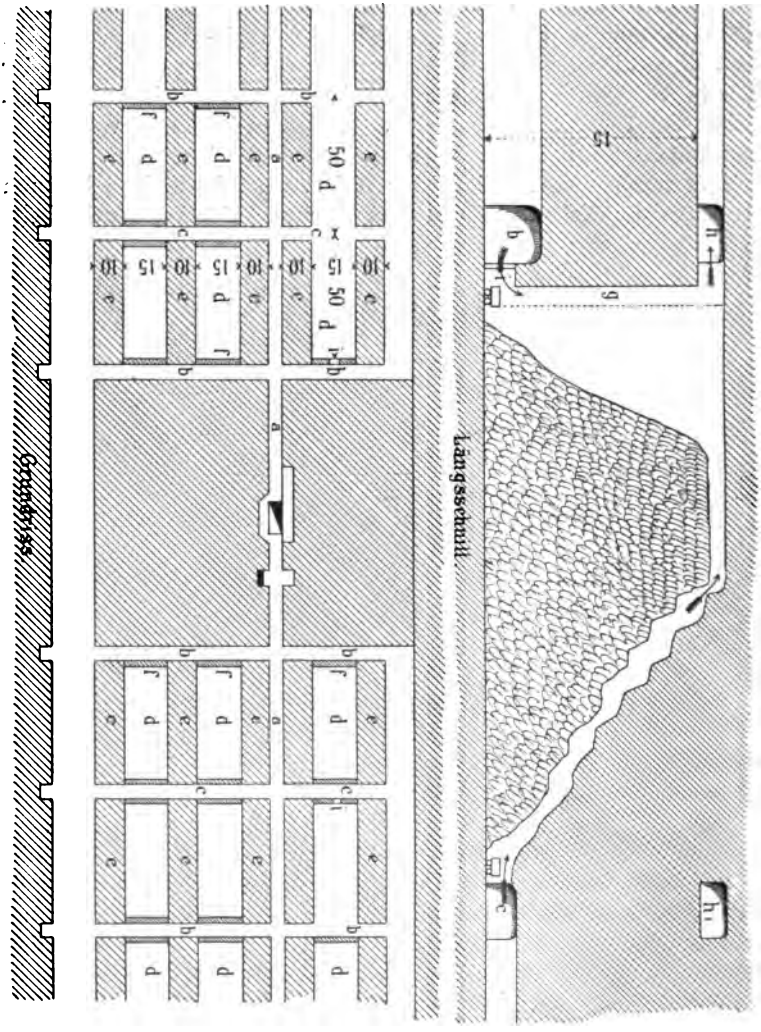


Fig. 41.

Pfeiler teilen, *dd* sind die Pfeilerräume, *ee* Sicherheitspfeiler, *i* ist die kurze Verbindungsstrecke, von der Vorrichtungsstrecke zum Pfeiler führend, *g* der Wetteraufhieb, der zur Wetterstrecke *h* führt, *f* sind Verdämmungsmauern. Zum Schutze der mittleren Wetterstrecke h_1 für den späteren Abbau auf der höheren Sohle bleibt eine gewölbte, brückenförmige Schwebe anstehen.

Digitized by Google

Von der höheren Sohle aus werden Rückstände von der über Tage liegenden Steinsalzauflösung, Pfannenstein, Salzstein, Asche in die abgebauten Räume als Versatzmaterial gestürzt.

Im ganzen hat man drei Sohlen angesetzt, nämlich bei 177,4, 192,2 und 207,4 *m*. Auf jeder befindet sich ein Füllort und ein gemauerter Umtrieb um den Schacht. Zunächst wird nur auf der dritten Sohle bis zur Firste der zweiten Sohle gebaut (bis 188 *m*). Man beabsichtigt dann, wenn die Abbauörter versetzt sind, auf dem Versatze bis zur Firste der ersten Sohle abzubauen.

Der Pfeilerbau in der beschriebenen Weise eignet sich besonders für weniger mächtige Salzlager oder für den Abbau von Salzlagern in mehreren Etagen.

In den südöstlichen Karpathenländern treibt man Glockenbau, bei dem die Lagermasse von einem Schachte aus in glockenartigen Weitungen von oben nach unten unter strossenartiger Gewinnung des Steinsalzes abgebaut wird, z. B. in Siebenbürgen auf dem Salzbergwerke bei Thorda (S. 266). An Stelle dieser glockenförmigen Weitungen stellt man auch parallelepipedische Weitungen her, die sich an einander reihen, durch Zwischenpfeiler getrennt und durch Strecken verbunden sind. Dann geht der Glockenbau in den Kammerbau über, wie er auf den galizischen Salzbergwerken und auch auf siebenbürgischen Bergwerken und anderen betrieben wird. Dieser Kammerbau eignet sich besonders dann, wenn man es nicht mit einer zusammenhängenden gleichmäfsigen Lagermasse zu thun hat. Zu Wieliczka und Bochnia wird deshalb auf den unregelmäfsigen Salzstöcken dieser Kammerbau betrieben, während auch dort auf den gleichmäfsigeren Salzflötzen Örter- und Pfeilerbau üblich ist. Mitunter geht dieser auch in Örterbau mit Querbau ohne Bergeversatz über.

Ausgerichtet werden die Salzlager und Salzstöcke durch Längenstrecken und rechtwinklig dazu getriebene Querstrecken. Bei den Grünsalzstöcken (s. Fig. 42, a. f. S.)[1] wurden früher von der Vorrichtungsstrecke *L* aus schwebende Strecken *a* bis zu der oberen Grenze getrieben und dann die Salzmasse von oben nach unten strossenartig hereingewonnen. Das Haufwerk wurde dann bis zur Förderstrecke getragen oder durch Gesenke *g* mit Göpeln hinabgefördert. War der Stock mit der Strecke am Kopf angefahren, so konnte sofort der Abbau eingeleitet werden, wobei das Haufwerk mit Göpeln hinaufgefördert wurde.

In neuerer Zeit hat man zwei Abbauarten eingeführt. Ist der Salzstock mit der Strecke *h* (Fig. 43) am Kopfe angefahren worden, so wird ein Gesenk *c* bis zur tieferen Vorrichtungsstrecke *d* abgeteuft. Von dem Gesenke aus werden kreuzweise Strecken (*g*, *f*) bis zur Grenze des Salzstockes getrieben. Von diesen Strecken aus wird der Abbau mit 3 bis 4 *m* hohen Örtern getrieben und das gewonnene Gut durch

[1] *E. Windakiewicz*, Wieliczka, S. 70.

Digitized by Google

das Gesenk auf die Fördersohle gestürzt. Auch wird von den Strecken aus strossenartig abgebaut (S_1).

Ist der Stock am Fufse angefahren (k, Fig. 44), so wird mit schwebenden Einbrüchen G das Salz sogleich firstenartig gewonnen, wobei der Arbeiter auf dem Haufwerke steht. Wird die Kammer zu

Fig. 42.

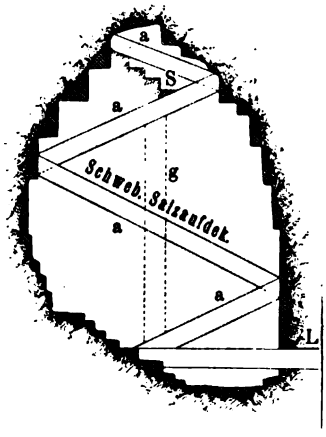
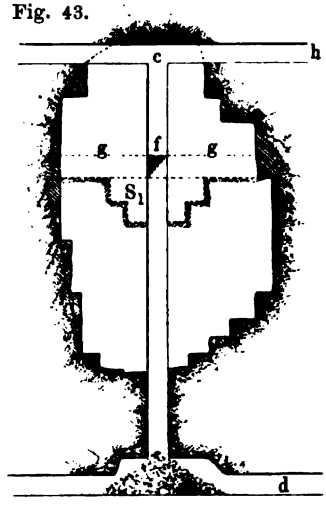


Fig. 43.



hoch, so läfst man eine Schwebe von 4 bis 6 m stehen und beginnt von einer höheren Sohle mit der Strecke i von neuem den Abbau.

Reicht ein Grünsalzstock durch mehrere Horizonte, so werden beide Abbauarten je nach den Umständen angewendet.

Fig. 44.

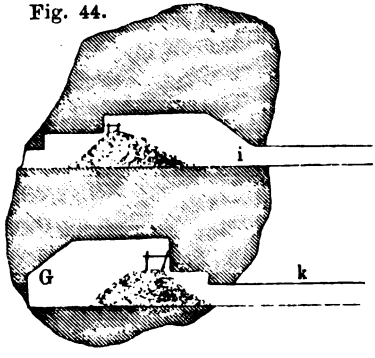
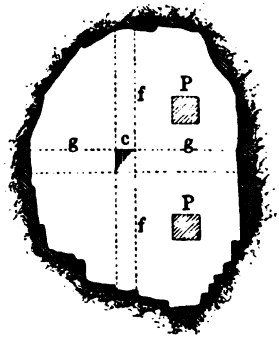


Fig. 45.



Sind die Grünsalzkörper sehr grofs, so läfst man in den Kammern auch Pfeiler (P, Fig. 45) zur Unterstützung der Schweben stehen.

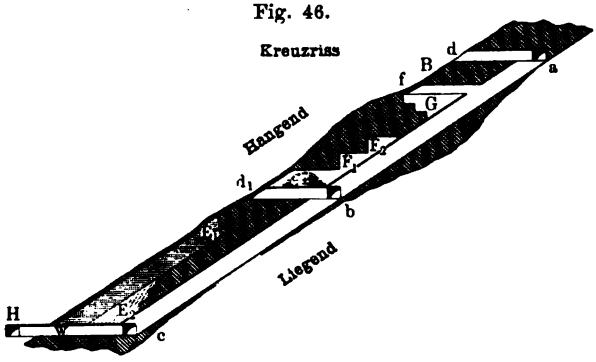
Man geht mit dem Abbau nicht völlig bis auf die Grenze der Grünsalzkörper, sondern läfst eine das taube Nebengestein umhüllende, etwa 1 m starke Salzschicht stehen, wie aus den Fig. 42 bis 45 zu ersehen ist. Dadurch wird das taube Gestein vor dem Aufquellen

Digitized by Google

durch Luftzutritt geschützt. Derartige Räume bleiben Jahrhunderte lang standhaft.

Zum Abbau der nicht flach liegenden Salzflötze werden am Liegenden streichende Strecken a, b, c und von diesen zum Hangenden Querörter dd_1 getrieben (Fig. 46). Schwebende Strecken h verbinden

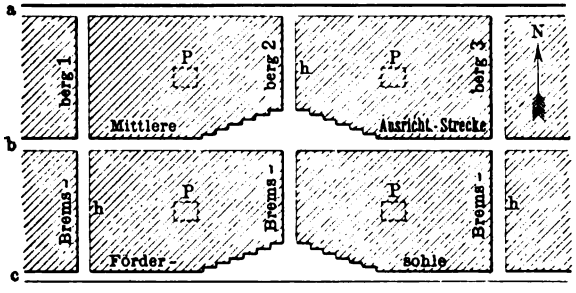
Fig. 46.



die einzelnen in schwebender Richtung über einander liegenden Vorrichtungsstrecken. Die untere Strecke c wird von der Hauptförderstrecke H aus durch den Querschlag W erreicht. Die schwebenden Strecken folgen in 20 oder 25 m streichendem Abstande.

Von der schwebenden Strecke oder von dem Querorte aus werden firstenartige Einbrüche FF_1F_2 hergestellt. Der erste Einbruch F wird bis zum Hangenden vorgetrieben. Die folgenden Einbrüche werden

Fig. 47.



hergestellt, indem der Arbeiter auf dem Haufwerke des vorhergehenden Einbruchs steht.

Zum Abbau auf Naturalstücke (s. S. 397) wird das Lager auch wohl in zwei Bänken, Hangendbank E_1 und Liegendbank E_2 abgebaut, oder man baut strossenartig wie bei G.

Von 20 zu 20 m oder von 25 zu 25 m bleiben in den abgebauten Pfeilerräumen 8 m im Quadrat starke Pfeiler P (Fig. 47) stehen. Wird das Hangende brüchig, so bleibt eine Bergfeste B von 4 bis 6 m anstehen.

Digitized by Google

Das gewonnene Gut wird auf den Förderstrecken zu den in den schwebenden Strecken angelegten Bremsbergen gebracht und zur Hauptförderstrecke herabgebremst.

Bei sehr starken Lagern richtet man von der oberen streichenden Vorrichtungsstrecke von 20 zu 20 *m* schwebende Gesenke, die zum unteren Horizonte führen, ein. Von den Gesenken oder schwebenden Strecken aus werden zunächst 2 bis 2,2 *m* hohe, 20 *m* breite Einbrüche in der Salzmasse vom Liegenden zum Hangenden hergestellt. Diese werden dann durch firstenartigen Abbau auf 8 bis 9 *m* Höhe gebracht. Die Örter werden 20 *m* breit, in der Mitte bleiben 8 *m* im Quadrat breite Pfeiler stehen. Oberhalb und unterhalb der Örter läfst man 6 bis 10 *m* starke Schweben zur Sicherung stehen.

Man geht in dieser Weise auch unter die Hauptfördersohle hinab. Es bleibt dann unter dieser eine Schwebe von 10 *m* stehen.

Bei dem flötzartig gelagerten Spizasalz darf man nicht wie bei den Grünsalzstöcken eine schwache Salzbank am Nebengestein anstehen lassen, sondern man baut, wenn das Hangende aus festem Thon besteht, bis zu diesem ab, da das am Hangenden auftretende Mohn- oder Perlsalz ein sehr lockeres Gefüge

Fig. 48.

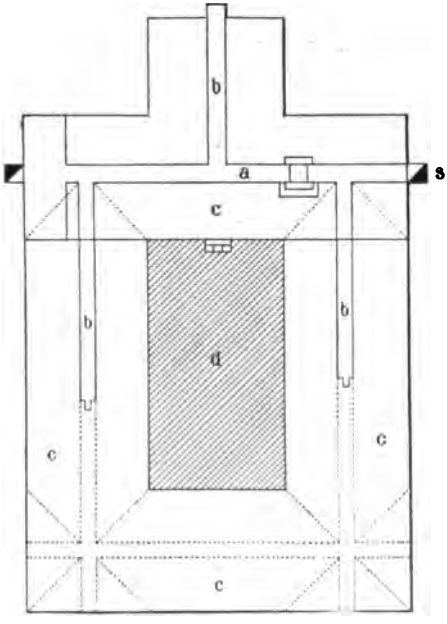
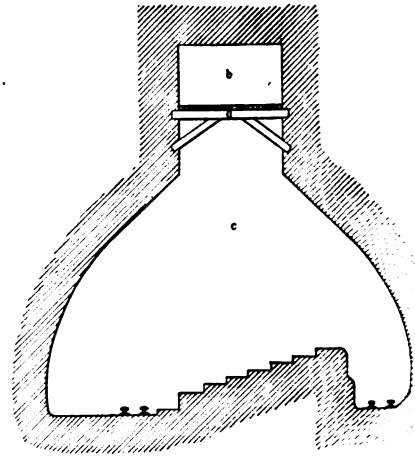


Fig. 49.



hat und der Verwitterung nicht lange widersteht. Anders ist es, wenn das Hangende aus Salzbrockenthon mit lockerem Gefüge besteht. Man läfst dann unter dem Dache eine starke Salzbank zurück. Beim Spizasalz läfst man die Salzpfeiler näher bei einander stehen, als bei dem festeren Szibiker Salz, das gewöhnlich von Anhydrit begleitet wird.

Aufser durch Salzpfeiler stützt man das Hangende auch durch Holzkasten, die aus 19 bis 24 *cm* starken Tannenstämmen in der

Digitized by Google

Weise zusammengesetzt werden, dafs die Stämme im Geviert kreuzweise über einander gelegt werden. Der Innenraum wird hin und wieder mit taubem Gestein ausgefüllt. Bei schwachem Gebirgsdruck kommt auch noch die ältere Verzimmerungsart in Anwendung.

In Rumänien führt man den Weitungsbau mit Kammern in anderer Weise aus. Den früher dort üblichen Glockenbau, der ähnlich wie in Siebenbürgen betrieben wurde, hat man aufgegeben. Seit 1850 treibt man Abbau mit grofsen Strecken, wodurch das Lager besser ausgenutzt wird. Es entstehen bei diesem Abbauverfahren längliche Kammern mit dachförmiger Decke, die sich rechtwinklig kreuzen und quadratische oder rechteckige Sicherheitspfeiler stehen lassen (s. Fig. 48 u. 49)[1]).

Von einer zum Schachte *s* führenden Strecke *a* aus treibt man zunächst 3 *m* weite Strecken *b*, die den obersten Teil der Abbauräume *c* bilden, gewinnt das Salz aus der Sohle derart, dafs die Seitenwände geneigt und die Grundflächen immer breiter werden. Ist eine bestimmte Breite erreicht, so wird der Abbau mit senkrechten Seitenwänden weiter geführt.

Zu Slanic hat man die Firste der Strecken so angelegt, dafs sie 40 *m* unter der 12 *m* mächtigen Thondecke des Salzlagers liegt. In den 3 *m* breiten, 3,5 *m* hohen Strecken ist 2 *m* unter der Firste ein Holzboden *d* befestigt, der zum Verkehr dient und die Beobachtung der Decke ermöglicht. Weiter abwärts erhalten die Seitenwände der sich zu einer grofsen Kammer erweiternden Strecke 60° Neigung, bis die Strecke oder Kammer 45 oder 50 *m* weit ist. Zu Doftana wählte man eine Neigung der Seitenwände von 45°. Haben die Strecken die gröfste Weite erreicht, so schreitet der Abbau mit senkrechten Seitenwänden fort. Zu Tirgu-Ocna sind die Strecken an der Firste 10 bis 16 *m* breit, zum Verkehr sind an beiden Vertikalwänden der Strecke hölzerne Galerien angebracht.

Die Häuerarbeiten.

Bei den Gewinnungsarbeiten kann man trockene und nasse Gewinnung unterscheiden, letztere geschieht unter Anwendung von Spritzwasser. In der Regel findet trockene Gewinnung statt. Sie wird auf deutschen Salzwerken in der Weise ausgeführt, dafs man in einer weicheren Schicht mit Spitzhacke (Keilhaue) das Lager unterschrämt, oder indem man es quer von oben nach unten an den Stöfsen oder in der Mitte durchschlitzt, dann in geeigneten Abständen vom Schram oder Schlitz Bohrlöcher von 1 bis 2 *m* Tiefe herstellt und durch Sprengschüsse das Steinsalz absprengt. Spritzwasser zum Durchschlitzen des Steinsalzes wendet man da an, wo für die gewonnene Soole im Siedereibetriebe Verwendung ist. Es ist dabei eine Zu-

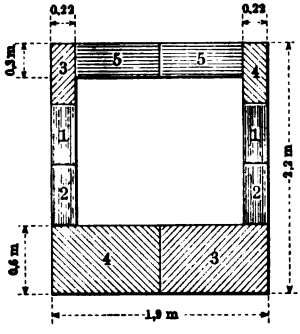
[1]) *Ö. Z.* 1894, 42, 400, 410.

Digitized by Google

leitung frischer Wasser in die Grube und vor die Gewinnungsstellen erforderlich. Die abfliefsende Soole wird vor Ort hinter einem niedrigen Damme zurückgehalten und fliefst durch Holzkandeln dem Sumpfe oder den Soolbehältern zu, von wo sie durch Pumpen zur weiteren Verwendung zu Tage gebracht wird.

Auf dem Steinsalzwerke St. Nikolas bei Varangéville [1]) ist die Wasserschlitzarbeit früher in Gebrauch gewesen. Man erhielt dabei eine gesättigte Soole. Im Arbeitsstofse der Strecken wurden in je 2 *m* Abstand senkrechte Schlitze 2 bis 3 *m* tief durch Ausspritzen hergestellt und die einzelnen senkrechten Steinsalzpfeiler durch Sprengarbeit gewonnen. Die Strecken wurden 8 *m* breit und $5^1/_2$ *m* hoch, kreuzten sich rechtwinklig, wobei 6 *m* breite, quadratische Pfeiler zur Sicherheit stehen blieben. Dann wurden noch 10 *m* über der Strecke durch Wasserspritzarbeit zur Soolgewinnung nachgenommen.

Fig. 50.



In Inowrazlaw hat man Spritzwasser in der Weise verwendet, dafs man in den Arbeitsstofs der Strecke ein 6 *m* tiefes Bohrloch nahe der Decke herstellte, und in dieses Spritzwasser, das unter 7 *Atm.* Druck stand, einführte. Durch die Lösungskraft des Wassers, das beständig aus der Öffnung und am Stofse herunter abflofs, wurde ein senkrechter Schlitz in der Mitte hergestellt. Oben überstieg die Tiefe des Schlitzes noch etwa 1 *m* die Tiefe des Bohrloches, nach unten zu, wo das lösende Wasser mit Salz angereichert war, nahm die Tiefe des Schlitzes ab. In 72 Stunden wurden 60 *cbm* Spritzwasser verbraucht. Die Wasser sammelten sich vor einem Thondamme in der Strecke und gelangten durch Gefluter zum Schachte. Auf jedes Bohrloch konnten nach Fertigstellung des Schlitzes durch Schiefsarbeit 7 *m* Strecke nachgenommen werden.

Auf den Soolbergwerken zu Schönebeck und Bernburg fährt man Strecken durch Ausspritzen der ganzen Salzmasse auf. In Schönebeck hat man bei günstigster Leistung 4 *m* breite und 2 *m* hohe Strecken in einem Monate auf 18 *m* aufgefahren. Weiteres siehe unter Soolgewinnung.

In Wieliczka [2]) verfährt man beim Streckenvortriebe und bei der kombinirten Schräm-, Spreng- und Zersetzarbeit in der Weise, dafs man den Ortsstofs auf allen vier Seiten umschrämt, somit

---

[1]) Reisenotizen über das Salzwerk St. Nikolas bei Varangéville, *Pr. Z.* 1864, 12, 293 (*Althans*).

[2]) *E. Windakiewicz*, Wieliczka, S. 79. *Leob. J.* 1897, **45**, 1. H.

Digitized by Google

einen Firsten-, einen Sohlenschram und zwei Seitenschräme ausführt. Man geht dann beim Streckenvortrieb in der Reihenfolge vor, wie die Nummernfolge in Fig. 50 angiebt. Bei 1,1 wird zugleich begonnen, dann 2,2 u. s. w. ausgeschrämt. Der Sohlenschram ist anfangs 60 *cm*, der Firstenschram 30 *cm* hoch, die beiden Seitenschräme sind 23 *cm* breit. Sie verengen sich auf 10 *cm* und sind 70 bis 90 *cm* tief. Geschickte Häuer führen auch schmalere und tiefere Schrame aus. Der umschrämte Salzspiegel wird dann durch einen in der Mitte eingesetzten Sprengschufs abgesprengt. Auch bei der eigentlichen Sprengarbeit, beim Abbau, wird der ganze Ortsstofs umschrämt und das Salz partieenweise durch Sprengschüsse abgelöst. Mit Spitzkeilen und Fäustel wird nachgeholfen, wenn sich nicht alles genügend abgelöst hat.

Die Schräm- und Zersetzarbeit dient dazu, Salzstücke von bestimmter Form und Gröfse zu gewinnen. Der zu gewinnende Salzspiegel, der bei dieser Arbeit Salzband genannt wird, wird in derselben Weise, wie vorher angegeben, auf allen Seiten umschrämt. Um ihn dann von der Rückwand abzulösen, wird seitwärts, nahe an der Wand, ein Schlitz, also etwa rechtwinklig zur Schramrichtung ausgehauen. In diesen Schlitz werden eiserne Keile über und neben einander eingeschoben und mit einem Fäustel so lange eingetrieben, bis sich der Spiegel von der Wand ablöst. Durch einen dumpfen Ton macht sich die Ablösung bemerkbar. Der dann auf der Sohle aufruhende Spiegel wird mit einem schweren Zersetzhammer in der Weise bearbeitet, dafs zuerst mit der Spitze des Blattes eine Rinne in der Längsrichtung des abgelösten Spiegels eingehauen wird; dann schlägt der Arbeiter mit der stumpfen Bahn des Zersetzhammers so lange längs der Rinne, bis ein dumpfer Ton ankündigt, dafs der Spiegel gespalten ist. Will die Spaltung auf diese Weise nicht gleich glücken, so werden an zwei oder drei verschiedenen Stellen der Rinne Spitzkeile mit einem Schlägel eingetrieben, bis der Spiegel gespalten ist. In gleicher Weise hilft man mit Spitzkeilen nach, wenn sich der Spiegel nicht vollständig von der Wand ablösen will. Der Spiegel wird dann in gleicher Weise durch Schlagen von Rinnen und Eintreiben von Spitzkeilen, wenn dies nötig ist, in kleinere Stücke geteilt, derart, dafs man Salzstücke von 40 *kg* Schwere erhält. Derartige Stücke sind gewöhnlich 32 *cm* lang, 26 *cm* breit, 23 *cm* dick, rund 19 *cbdm*. Der Arbeiter erhält nur für dieses Stücksalz Lohn, nicht für das dabei abfallende Salzklein (Minutien). Bei dieser Arbeit auf Naturalstücke fallen etwa 30 *Pzt.* Salzklein, bei der kombinirten Sprengarbeit etwa 26 *Pzt.* Es berechnet sich bei einem Spiegel oder Salzband von 5 *m* Höhe, 5 *m* Breite und 0,8 *m* Schramtiefe bei Schrambreiten, wie oben angegeben worden sind, der Salzkleinfall wie folgt:

Digitized by Google

$$\text{Salzmasse } 5 \times 5 \times 0{,}8 = 20\ cbm;$$

zwei stehende Schräme . .	$0{,}2 \times 0{,}8 \times 5$	$= 0{,}8$ *cbm*,
	$0{,}2 \times 0{,}8 \times 5$	$= 0{,}8$ „
der Firstenschram	$0{,}4 \times 0{,}8 \times 4{,}6$	$= 1{,}47$ „
der Sohlenschram	$0{,}6 \times 0{,}8 \times 4{,}6$	$= 2{,}21$ „
	also Schräme . .	$5{,}28\ cbm$

$$\text{oder } \frac{5{,}28 \times 100}{20} = 26\ Pzt.$$

Aus der verbliebenen Salzmasse = 14,72 *cbm* können, da 1 *cbm* 2172 *kg* wiegt,

$$\frac{2172 \times 14{,}72}{40} = 550 \text{ Naturalstücke}$$

hergestellt werden. Annähernd diese Zahl wird von geschickten Häuern erzeugt, der Unterschied beträgt bis zu fünf Stücken mehr oder weniger.

In einer achtstündigen Schicht entfallen auf den Mann 15 Naturalstücke oder 600 *kg*, bei 200 *kg* Salzkleinabfall.

Bei der kombinirten Sprengarbeit leistet ein Mann etwa 2000 *kg* Salz. Die Leistung bei der Schrämarbeit ist etwa folgende. Ein Mann stellt in achtstündiger Schicht einen 63 *cm* tiefen, 1,23 *m* hohen, senkrechten, oder einen 63 *cm* tiefen, 1,4 *m* langen, horizontalen Sohlenschram oder gleich tiefen, 1,1 *m* langen, horizontalen Firstenschram her. Im Durchschnitt werden 0,75 *qm* Fläche in achtstündiger Schicht geschrämt. Bezahlt wird nach Schramdezimetern, wobei 1 *qm* Schramfläche gleich 10 Schramdezimeter ist. Im Durchschnitt entfällt auf 1000 *kg* Salzgewinnung 0,71 bis 0,82 *fl.* Lohn.

Auch *The Hardy*-Sprengkeile sind in letzter Zeit bei dieser Arbeit versucht worden.

Beim Salzbergbau in Rumänien gewinnt man das Salz ebenfalls in bestimmt bemessenen Stücken, und zwar stellt man es in kubischen Blöcken von etwa 30 *cm* Seitenkante her, doch werden auf einigen Werken auch Blöcke von 2 bis 6 *m* Länge und 1 *m* Breite losgetrennt. Die Sohle der Strecke (s. S. 395)[1]) ist stufenförmig abgesetzt. Die Kanten der Absätze liegen in einer etwas ansteigenden Fläche, deren Neigung von der Spaltungsrichtung des Salzes abhängt. Mit der Keilhaue werden 30 *cm* tiefe Schlitze rings um die abzusprengende Salzstufe hergestellt, dann stellen sich mehrere Häuer auf die Stufe und führen mit der Keilhaue Hiebe von aufsen gegen die Basis der Stufe, die dadurch an mehreren 8 bis 10 *cm* von einander entfernten Punkten angegriffen wird, bis man die Loslösung der Stufe erwarten kann. Die Loslösung geschieht dadurch, dafs man in zwei geneigte Löcher an der Basis der Stufe Eisenkeile schiebt und diese dadurch vortreibt, dafs

[1]) *Ö. Z.* 1894, **42**, 400, 410.

Digitized by Google

man 60 oder 90 *kg* schwere Kugeln auf die Keile fallen läfst. Die losgetrennte Stufe wird dann mit der Schneide der Keilhaue in annähernd würfelförmige Blöcke von 30 *cm* Seitenkante zerteilt. In der Regel erhält man ungleichförmige Stücke. Die Sohle, von der die Stufe abgetrennt ist, wird zunächst wieder geglättet. Man erhält auf diese Weise etwa 75 *Pzt.* des gewonnenen Salzes in Blöcken.

Da das für die Ausfuhr bestimmte Blocksalz sehr regelmäfsige Form haben soll, so hat man seit 1885 Schräm- oder Schlitzmaschinen angewendet, mit denen man Blöcke von 30 *cm* Seitenlänge in regelmäfsiger Form gewinnt. Man verwendet dazu drei Schrämmaschinen (aus der Fabrik von *Franz Reska* Maschinenbau-Akt.-Ges., vorm. *Breitfeld, Danek u. Co.* in Prag-Karolinenthal). Die Stufen verlaufen in der Längsrichtung der Strecke. Die erste Schrämmaschine stellt zwei vertikale Längsschräme von 30 *cm* Tiefe in 30 *cm* Abständen her, *ab* und *cd* der Fig. 51, dann wandte man zunächst nur eine zweite Schrämmaschine an, die Stufen von 180 *m* Länge vom Boden ablöste, und zwar hinläufig durch den Schram *ed* zunächst die vordere Stufe, rückläufig durch den Schram *db* die hintere Stufe. Die Handarbeit, die Stufen mit der Keilhaue in Blöcke zu zerteilen, hat man dann noch durch eine dritte Schrämmaschine vornehmen lassen, die nach den Längsschlitzen der ersten Maschine zunächst Querschlitze von 30 *cm* Abstand herstellt, so dafs bei der

Fig. 51.

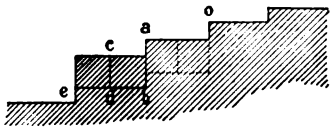
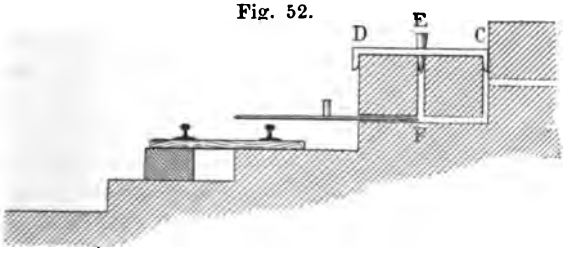


Fig. 52.



Arbeit der Horizontalschrämmaschine gleich würfelförmige Blöcke gewonnen werden. Damit die abgetrennten Würfel nicht auf das Sägeblatt drücken, werden sie durch Klammern *D C* und Keile *E* (Fig. 52) an den noch nicht abgetrennten Würfeln der nächsten Stufe festgehalten. In acht Stunden erhält man 30 *t* Würfelsalz. Dabei sind acht Arbeiter beschäftigt.

Die Gewinnungskosten sind bei Anwendung der Schrämmaschinen wesentlich höher als bei Handbetrieb, was angesichts der hohen Verkaufspreise nicht allzu sehr ins Gewicht fällt. Der Vorteil liegt in der Gewinnung sehr regelmäfsiger Blöcke und geringen Abfalles, nur 16 *Pzt.* Salzklein, das ohne Vermahlung verkäuflich ist.

Digitized by Google

Die Schwierigkeit des Maschinenbetriebes liegt wesentlich darin, dafs die Bahnen für die Schrämmaschinen äufserst genau und den Stufenabsätzen entsprechend gelegt werden müssen, was geübte Arbeiter erfordert.

Im Salzberge zu Ischl treibt man die Strecken zur Vorrichtung der Sinkwerke im Haselgebirge jetzt ohne Unterschrämen mittels Keilhaue unter Anwendung der Bohrmaschine in folgender Weise.

Im Ortsmittel stellt man sechs Bohrlöcher senkrecht über einander in Entfernungen von je 1 *cm* 1 *m* tief her. Mit einem gröfseren Bohrer wird dann jedes Bohrloch so erweitert, dafs zwischen den einzelnen Löchern nur ein 2 *mm* dicker Steg bleibt, der nur geringen Widerstand bietet. Durch vier etwas gegen das Mittel des Ortes geneigte, gleich tiefe Schüsse, die zugleich zur Entladung gebracht werden, erhält man einen etwa 0,9 *m* tiefen Einbruch. Die Herstellung dieses Einbruches erfordert eine ganze Schicht. In der folgenden Schicht wird die ganze Profilfläche mit 14 Bohrlöchern in fünfstündiger Arbeitszeit abgebohrt und hereingewonnen. Ganz vollständig ist der Ausschlag nicht. Bei 1 *m* tiefen Einbruchsbohrlöchern wird 0,9 *m* Strecke gewonnen. Als hierfür vorteilhafte Profilfläche hat man am Ischler Salzberge 1,4 × 2 *m* = 2,8 *qm* Fläche festgestellt.

Zur Herstellung von Schlitzen und Schrämen im Steinsalz und Salzgebirge hat *v. Balzberg* eine zu Anfang der 70er Jahre versuchte Handschrämmaschine[1]) zusammengesetzt, die später für hydraulischen Antrieb umgebaut wurde. Eine besondere Maschine dient zur Herstellung senkrechter, eine besondere zur Herstellung wagerechter Schräme.

Das Arbeitsstück ist ein auf einem fahrbaren Gestell wagerecht verlagerter Gewindebohrer, der mittels einer am Ende angebrachten Gewindekurbel den erforderlichen Vortrieb erhält. Ist zunächst ein Loch von der gewünschten Tiefe des Schrams hergestellt, so erhält der Bohrer aufser der Drehbewegung noch mittels zweier auf dem Gestelle verlagerter senkrechter Gewindespindeln eine gleichmäfsige Bewegung abwärts, oder bei den Maschinen für wagerechte Schräme, durch wagerecht liegende Gewindesäulen seitwärts. Die Drehbewegung erhält der Bohrer mittels einer Handkurbel und einer im Gestell verlagerten senkrechten oder wagerechten Schraubenspindel. Auch die Abwärts- oder Seitwärtsbewegung geschieht mittels einer Handkurbel und zweier auf derselben Kurbelachse angebrachter Zahnradkonusse, durch die die beiden Gewindesäulen gleichmäfsig bewegt werden. Der Bohrer wirkt auf diese Weise wie eine Fräse.

In reinem Steinsalz arbeitete diese Maschine sehr gut und lieferte in zwei bis drei Minuten ein laufendes Meter Schram von 1 *m* Tiefe. In härterem Gebirge Schräme auszuführen, gelang indessen nicht. Die

[1]) *Rev. univ. des Mines* 1874, 36, 2. s. 89, mit Zeichnung Taf. 5.

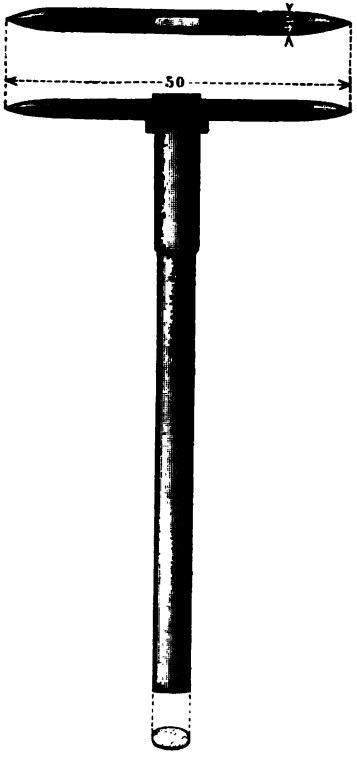
Digitized by Google

in Ischl ausgeführten Versuche sind nicht weiter fortgesetzt worden, da kein besonderer Bedarf für Schrämarbeiten vorlag und später elektrischer Bohrbetrieb eingeführt wurde.

Die beim deutschen Salzbergbau gebräuchlichen Gezähe sind:

Die Doppelkeilhaue oder Zweispitze zum Schrämen und Schlitzen im Salz, sowie zum Ebnen der Stöfse und Vorrichten der Ansatzstellen für die Bohrlöcher. Sie besteht aus einem geraden, an beiden Enden spitz zulaufenden Arbeitsstück aus Schmiedeeisen mit verstählten Spitzen von etwa 45 bis 50 *cm* Länge, 40 bis 50 *mm* Breite bei etwa quadratischem Querschnitt und einem aus Buchen- oder Birkenholz gefertigten Helme von 80 *cm* Länge (Fig. 53). Sie wiegt 2,5 bis 4 *kg*.

Fig. 53.



Bei der Arbeit hält der Arbeiter die Keilhaue mit beiden Händen

Fig. 54.

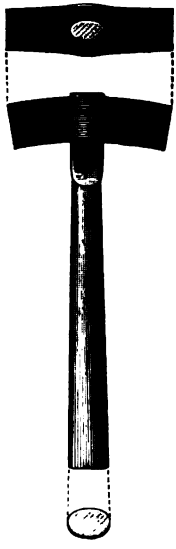


Fig. 55.

am Helme und schwingt sie je nach Lage des Schrams oder Schlitzes und der Stellung im Schulter- oder Ellenbogengelenk.

Zum Ablösen von Salzschalen, die sich nicht leicht mit der Keilhaue von den Stöfsen oder von der Firste losbrechen lassen, dienen eiserne Brechstangen, bis 1,5 *m* lang, 25 *mm* stark.

Das Handfäustel, das in Verbindung mit dem Meifselbohrer dazu benutzt wird, mit der Hand Löcher zum Sprengen in gröfsere losgebrochene Salzstücke zu schlagen, aufserdem mit Hülfe des Stampfers zum Festtreiben des Besatzes bei Sprenglöchern, ferner zum Einschlagen

Digitized by Google

der Schienennägel und verschiedenen anderen Zwecken dient. Das aus Stahl gefertigte, mit etwa 25 *cm* langem Helme aus Esche, Weifsbuche oder Birke versehene Fäustel wiegt etwa 2 bis 2,5 *kg*. Das schwach nach einem Kreisbogen gewölbte Arbeitsstück ist 15 bis 16 *cm* lang, hat quadratischen Querschnitt von 5 bis 6 *cm* Seitenlänge und schwach gewölbte Bahn, auch wohl mit etwas verbrochenen Kanten (Fig. 54).

Fig. 56.

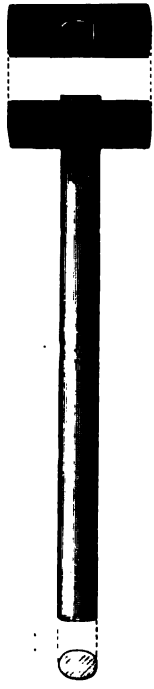


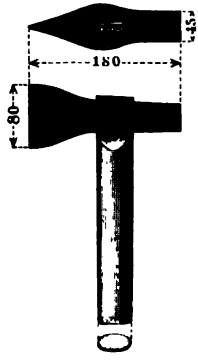
Fig. 58.

Fig. 59.

Der Meifselbohrer (Fig. 55, a. v. S.) besteht aus Stahl und wird in verschiedenen Längen gebraucht. Ein Anfangsbohrer hat 48 *cm* Länge und wiegt 1,4 *kg*.

Das Treibfäustel, schwerer als das Handfäustel, dient dazu, Salzblöcke, die zum Verladen zu schwer sind, zu zerkleinern. Es wiegt 5 bis 6 *kg*. Das schmiedeeiserne Arbeitsstück ist 18 *cm* lang und hat quadratischen Querschnitt von 7 *cm* Seitenkante. Als Helm benutzt man ebenfalls Esche, Weifsbuche oder Birke (Fig. 56).

Fig. 57.



Das Hammerbeil wendet man beim Schienenlegen an. Es besteht aus einem an einem hölzernen Helme befestigten schmiedeeisernen, an beiden Enden verstählten Arbeitsstück von 18 *cm* Länge und mit quadratischem Querschnitt auf der einen Hälfte, mit der es als Hammer dient, während es auf der anderen Hälfte keilförmig zu einer Längsschneide ausläuft. Die Seitenkante des quadratischen Endes ist 45 *mm*, die Schneide 80 *mm* lang. Es wiegt 2 *kg*. Der Helm aus Esche, Weifsbuche oder Birke ist 25 *cm* lang (Fig. 57).

Das Nageleisen dient zum Ausziehen der Schienennägel beim Verlegen und Wegnehmen der Geleise. Es ist aus Schmiedeeisen gefertigt und trägt eine etwas gekrümmte und keilförmig zulaufende verstählte Gabelklaue. Es wiegt 0,8 *kg*, bei etwa 25 *cm* Länge und 23 *mm* Stärke (Fig. 58).

Digitized by Google

Das Spurmafs wendet man beim Schienenlegen an, um die Schienen in richtiger Spurweite zu befestigen. Ein schmiedeeisernes Spurmafs von 600 *mm* Länge (übliche Spurweite), 12 *mm* Stärke und 3 *cm* Breite, das an jedem Ende einen rechtwinklig sich abbiegenden Fufs trägt, von denen einer in Gabelform, der andere spitz ausgeführt ist (Fig. 59), wiegt 2 *kg*.

Die Schaufel dient zum Wegräumen und Einladen des Salzkleins in die Wagen. Das Schaufelblatt ist aus Stahlblech gefertigt, schwach hohl gewölbt und läuft nach vorn in eine stumpfwinklige Schneide aus. An der oberen Kante ist das Blech 30 *cm* breit und von da bis zur vorderen Spitze 30 *cm* lang. Bei dieser winklig zulaufenden Form greift das Blatt keilartig besser unter die Salzstücke. Es wiegt etwa

Fig. 60.

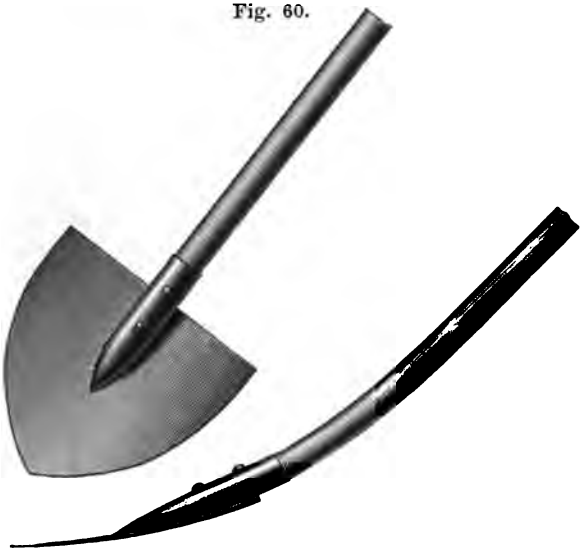


Fig. 61.

1,5 *kg* und ist mit einem 45 bis 50 *mm* starken, gekrümmten Schaufelstiel aus Weidenholz versehen, der in einer auf das Blech aufgeschweifsten Tülle befestigt wird (Fig. 60).

Bei der Bohr- und Sprengarbeit, die durch Handdrehbohrmaschinen oder maschinelle Drehbohrmaschinen ausgeführt wird, kommen Gewindebohrer (Spiral-, Schlangen-, Schneckenbohrer) zur Verwendung, die aus Stahl gefertigt sind. Sie werden in verschiedenen zu einem Satz gehörigen Längen angewendet. Ein Anfangsbohrer hat z. B. 44 *cm* Länge und wiegt 1 bis 1,1 *kg* (Fig. 61).

Der Krätzer dient dazu, das Bohrmehl aus den Bohrlöchern zu entfernen. Er besteht aus einem schmiedeeisernen, etwa 6 bis 10 *mm* starken Draht, der an dem einen Ende einen rechtwinklig dazu stehenden runden Löffel von 25 bis 30 *mm* Breite trägt und am anderen Ende ein Öhr hat, damit er leichter gedreht und beim Festklemmen

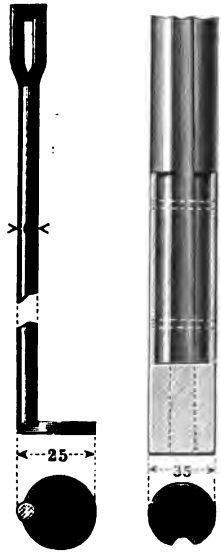
Digitized by Google

mittels eines durchzusteckenden Griffes besser herausgezogen werden kann. Die Länge richtet sich nach der Tiefe der vorkommenden Bohrlöcher, z. B. bis 2 *m*. Ein 1,24 *m* langer Krätzer wiegt etwa 1,05 *kg* (Fig. 62).

Der Ladestock dient zum Einbringen der Sprengpatronen in das Bohrloch. Man verwendet dazu 35 *mm* starke Stangen aus Buchenholz von 2 *m* Länge. Er wiegt etwa 0,25 *kg*.

Der Stampfer besteht aus einer kiefernen geraden Stange, deren Stärke sich nach der Weite der Bohrlöcher richtet, z. B. 35 *mm* beträgt.

Fig. 62. Fig. 63.



Diese Stange ist an dem dem Besatz zuzukehrenden Ende mit einer Kupferhülse versehen, die etwa 0,5 bis 0,6 *kg* wiegt (Fig. 63). Auf einer Seite ist eine Nut eingearbeitet, die beim Besetzen des Bohrloches Raum für die Zündschnur lassen soll.

Kurze Stampfer werden aus Eschenholz ohne Kupferhülse hergestellt.

Die Stampfer sind bis zu 1 *m* lang.

Unzweckmäfsig ist es, die Stampfer ganz aus Kupfer zu fertigen, da sie dann sehr schwer (bei 1 *m* Länge etwa 5 *kg*) und teuer werden, sich auch bei längerem Gebrauch zusammenstauchen. Die Anwendung eiserner Stampfer ist wegen der Gefahr des Funkenreifsens zu vermeiden und ist deshalb von der Bergpolizeibehörde verboten.

In die Sprenglöcher, die etwa 45 *mm* weit und je nach Bedarf 0,5 bis 2 *m* tief werden, wird die Sprengstofffüllung in Patronen eingebracht. Die Sprengstoffmasse nimmt dann einen Raum von 15 bis 65 *cm* ein. Ihr Gewicht beträgt bei Sprengsalpeter 0,29 bis 1,17 *kg*. Verwendet werden 35 *mm* starke Patronen von 250 *mm* Länge und 250 *g* Gewicht (Fig. 64). Die Bergpolizeibehörde schreibt vor, dafs

Fig. 64.

die Sprengstoffe, auch der Sprengsalpeter, nur in Patronenform an die Arbeiter ausgegeben werden dürfen. Die Fabriken liefern deshalb die Sprengstoffe in passender Patronengröfse. Bei der Ausgabe an die Arbeiter nimmt der Ortsälteste die für den Tages- oder halben Wochenbedarf erforderliche Menge in Empfang, die in verschlossenen Blechkasten an die Arbeitsstelle gebracht wird.

Digitized by Google

In Wieliczka wendet man Keilhauen mit auswechselbaren Spitzen (Fig. 65) an, von denen der Arbeiter eine gröfsere Zahl bei sich führt. Die Keilhaue ohne Spitze (Haueisenhülse) wiegt 0,9 bis 1 *kg*, die Spitze wiegt 0,45 bis 0,5 *kg*. Der Helm ist 75 *cm* lang.

Die Ablösekeile (Kopatzenkeile) zum Ablösen der umschrämten Salzspiegel von der Ortswand (Fig. 66) sind 15 *cm* lang, an dem vorderen, schmalsten Ende 39 *mm* breit, 15 *mm* dick, in der Mitte 66 *mm* breit, 23 *mm* dick, am hinteren Ende 52 *mm* breit, 20 *mm* dick. Das Gewicht eines Kopatzenkeiles ist 2,3 *kg*.

Die Schlägel, Fäustel oder Perliken sind 4 *kg* schwer, 13 bis 18 *cm* lang und auf einem etwa 52 *cm* langen Helme befestigt. Auch kürzere, aber stärkere Schlägel werden gebraucht. Die Seitenkanten sind verbrochen, so dafs das Schlägel rechteckigen Querschnitt erhält, jedoch sind die Bahnen abgerundet (Fig. 67, a. f. S.).

Fig. 65.

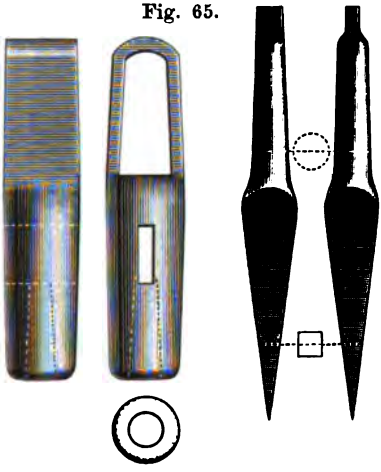


Fig. 66.

Das Zersetzeisen läuft auf der einen Seite des Auges in eine Spitze aus, auf der anderen Seite in eine 7,5 *cm* hohe, 11 *mm* dicke Bahn. Die Länge ist auf der Spitzenseite 17 *cm*, auf der Bahnseite 9 *cm*. Das Gewicht ist 3,9 *kg*. Der Helm ist 66 *cm* lang.

Der Zersetzhammer (Kogutek) ist dem Zersetzeisen ähnlich, jedoch leichter. Er wiegt nur 1,6 bis 2 *kg*.

Die Spitzkeile (Fig. 68) sind hinten 6,75 *cm* breit und 22 *mm* dick, verbreitern und verdicken sich dann bis auf 7,7 *cm* und 24 *mm* und laufen endlich in eine Spitze aus. Die ganze Länge ist 21 *cm*. Das Gewicht ist 2 bis $2^1/_2$ *kg*.

Jeder Häuer erhält gewöhnlich zwei bis drei Stück Haueisenhülsen, 16 bis 20 Stück Haueisenhülsenspitzen, zwei bis vier Stück Fäustel, ein oder zwei Stück Spitzkeile, 5 bis 50 Stück Kopatzenkeile, ein oder zwei Stück Zersetzeisen, einen Zersetzhammer, ferner eine Hebestange, ein bis fünf Stück Bergbohrer für die Bohrarbeit und

Digitized by Google

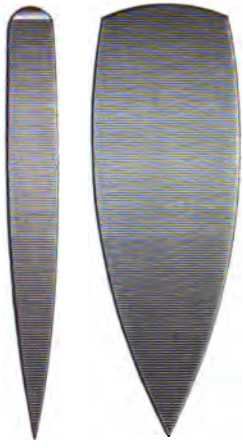
einen Räumkrätzer, Hebestange und Räumkrätzer mit anderen Arbeitern zusammen. In neuerer Zeit versucht man Gezähestücke, die aus englischem Mangantiegelgufsstahl gefertigt sind, die bei höherem Preise eine längere Haltbarkeit haben. Die Gezähe werden in Wieliczka dem Häuer vom Werke geliefert, das auch die Ausbesserungen und das Schärfen auf Werkskosten in eigener Schmiede ausführen läfst.

Auf deutschen Salzbergwerken werden häufig die Kosten für Unterhaltung und Schärfen des Gezähes dem Häuer zur Last gelegt, der auch für die Ergänzung und Erneuerung zu sorgen hat. Der Lohn ist dementsprechend bemessen.

Auf dem Salzbergwerke zu Heilbronn (s. S. 390) ist eine kleine Schmiede zum Schärfen des Gezähes am Füllorte der dritten Sohle an-

Fig. 67.

Fig. 68.



gelegt, so dafs die Arbeiter während der Schicht schnell neu geschärfte Keilhauen und anderes erhalten können. Das Schärfen geschieht dort auf Werkskosten. Ebenso ist auch auf dem Kaliumsalzbergwerke Glückauf bei Sondershausen durch Schmiedefeuer an geeigneter Stelle in den Grubenbauen für schnelle Ergänzung abgestumpfter Gezähe gesorgt. Die Abzugsgase werden in den ausziehenden Wetterstrom geführt.

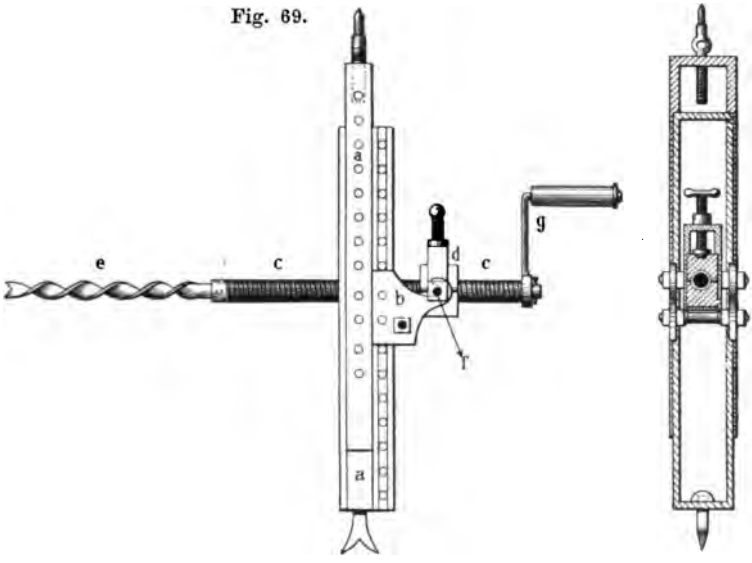
Die Bohr- und Sprengarbeit nimmt in der Regel den Hauptteil der Häuerarbeit beim Salzbergbau in Anspruch. Fast durchweg bedient man sich im Steinsalze oder Salzgebirge der Handdrehbohrmaschinen und neuerdings der durch elektrischen Antrieb bewegten Drehbohrmaschinen.

Die Drehbohrmaschinen arbeiten zur Herstellung der Sprenglöcher mit Spiral-, Schlangen- oder Schneckenbohrern, die bandartig, schraubenförmig gewunden sind und unten zwei scharfe, gegenüberstehende, ab-

Digitized by Google

geschrägte Schneiden haben. Beim Drehen unter Druck arbeiten sich die Schneiden in das Steinsalz hinein, und das Bohrmehl wird durch die Schraubenwindungen aus dem Bohrloche herausbefördert. Je nachdem es vorteilhaft ist, mufs man horizontale, schräg ansteigende oder abfallende Bohrlöcher herstellen. Der Bohrer ruht auf einem gewöhnlich aus langem, eisernem Rahmen bestehenden Gestell, das unten einen zweispitzigen Fufs hat und oben mit einer Spitze durch Schraube und Kurbel gegen die Decke fest angepreſst wird und so eine feste Stellung erhält. In dem Gestellrahmen *a* (Fig. 69) bewegt sich in Führungsleisten ein Schlitten *b*, der in beliebiger Höhe in dem Rahmen durch einen Stift festgestellt werden kann. Der Schlitten trägt die zweiteilige Schraubenmutter mit Deckel *d* zur Aufnahme der Schrauben-

Fig. 69.

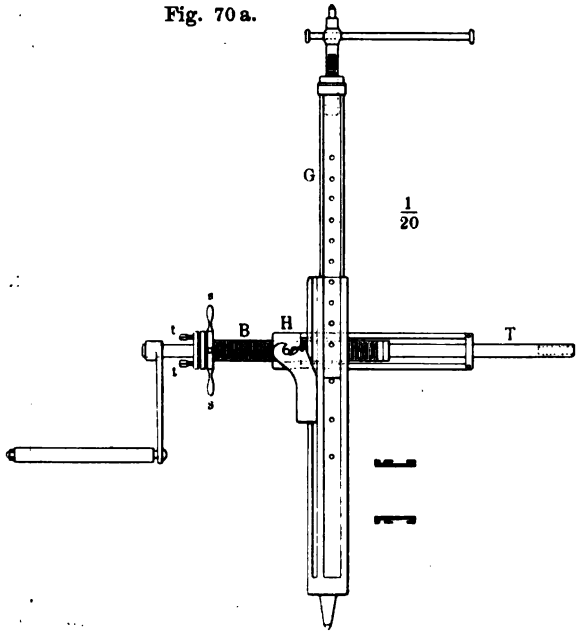


spindel *c*, auf die der Schlangenbohrer *e* aufgesteckt wird. Der Schlitten ist so im Rahmen aufgehängt, dafs er, um eine Achse *f* drehbar, jede Richtungsveränderung des Bohrers nach oben oder unten erlaubt. Auf das vierkantige Ende der Bohrspindel wird eine Kurbel *g* aufgesetzt, mittels der der Bohrer gedreht wird. Beim Drehen der Kurbel, was gewöhnlich von einem Arbeiter besorgt werden kann, dreht sich die Bohrspindel in dem Gewinde langsam nach vorn, und das Bohrloch wird um die Länge der Spindel vertieft. Der Deckel der Schraubenmutterbüchse läfst sich leicht lüften, die Bohrspindel dann unter Anheben zurückziehen und die Bohrstange durch eine längere ersetzen, worauf die Arbeit von neuem beginnt, bis man nach dem Aufsetzen der längsten Bohrstange die gewünschte Tiefe für das Bohrloch erreicht hat. Die erste und noch viel angewendete Form dieser Bohrmaschine ist die *Lisbeth*sche Handbohrmaschine (Fig. 69).

Digitized by Google

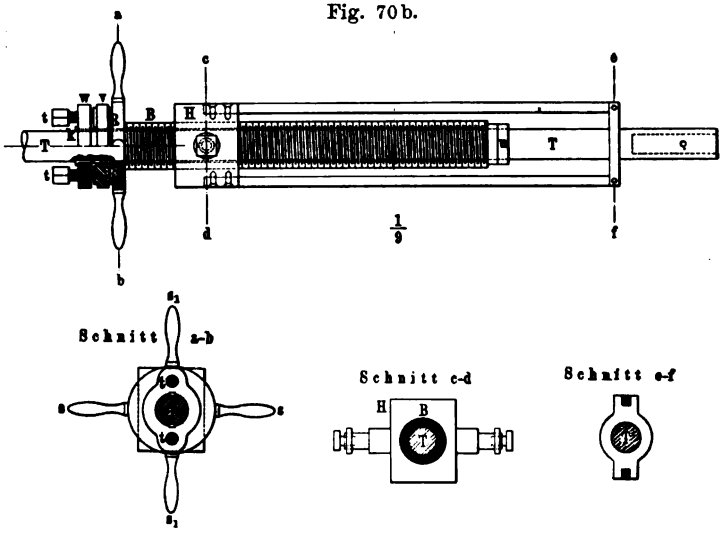
Bei gleichmäfsiger Härte der Salzmasse arbeitet die *Lisbeth*sche Bohrmaschine gleichmäfsig gut mit gleich bleibendem Vorschub nach Verhältnis der Gewindesteigung. Dennoch kommen auch bei fast gleichmäfsiger Gesteinsfestigkeit mehr oder weniger starke Hemmungen vor, die der an der Kurbel angreifende Arbeiter in den Armen und Gelenken in unangenehmen Erschütterungen spürt, wodurch leicht Ermüdung eintritt.

Fig. 70a.



Man ist deshalb darauf bedacht gewesen, be-

Fig. 70b.



sonders für ungleichartige Gebirgsmassen, die Handdrehbohrmaschine so einzurichten, dafs der Vorschub von der Drehbewegung unabhängig wird und sich nach der Härte des Gesteins und der Gröfse des Wider-

Digitized by Google

standes regelt, während der Kraftaufwand des Arbeiters gleichmäfsig bleibt.

Die zu diesem Zwecke getroffenen Einrichtungen sind in der Regel derart, dafs bei wachsendem Widerstande eine Friktion oder ein anderes Hemmnis gelöst und dadurch der Vorschub vermindert oder ganz aufser Thätigkeit gebracht wird, so dafs der Bohrer unter gewissem gleichbleibendem Drucke nur eine Drehbewegung erhält, bis der Widerstand sich vermindert hat und einen weiteren Vorschub ermöglicht.

Die älteste Einrichtung dieser Art, wobei der Vorschub von der Drehung unabhängig gemacht worden war, zeigt die im Jahre 1871 von *v. Balzberg* konstruirte Handbohrmaschine (Fig. 70 a, b [1]).

Benutzt wird das Gestell der *Lisbeth*schen Maschine.

Die mit Gewinde versehene Bohrspindel B ist hohl und trägt an dem hinteren Ende eine Scheibe mit den Handgriffen ss_1. Der Schaft der Bohrstange T läuft durch die Gewindespindel hindurch und legt sich vorn mittels des ringförmigen Ansatzes u gegen die Gewindespindel. Um die Bohrstange mit der Gewindespindel in feste Verbindung zu bringen, trägt sie hinten eine Scheibe v und den Bügel w. Diese sind durch die Keile kk auf der Bohrstange befestigt, jedoch so, dafs die Scheibe v in der Längsrichtung auf der Bohrstange hin und her gleiten kann. Zwischen dem Bügel w und der Scheibe v ist eine Spannfeder angebracht, die die Scheibe v gegen die Scheibe d der Gewindespindel preist. Durch die beiden Stellschrauben tt kann die Feder mehr oder weniger gespannt werden, so dafs die Reibung auf den Reibungsflächen RR zwischen den Scheiben v und d mehr oder weniger stark, die Kuppelung zwischen Bohrstange und Gewindespindel dem entsprechend mehr oder weniger locker ist.

Ist die Feder entsprechend der Gesteinshärte gespannt, so wird die Bohrstange mit der Gewindespindel gleichmäfsig vorrücken. Stöfst der Bohrer jedoch auf stärkeren Widerstand, der gröfser ist, als die Reibung auf den Reibungsflächen R und auch auf dem ringförmigen Ansatze u gegen die Endfläche der Gewindespindel, so wird sich die Bohrstange allein mit einem der Federpressung entsprechenden Drucke drehen und, da die Gewindespindel sich nicht mehr mit dreht, von dieser keine Vorwärtsbewegung erhalten, bis der Widerstand gelöst ist und die Reibungsflächen wieder die Kuppelung herbeiführen.

Die Friktionsteile bestehen aus Bronze. In dem Gehäuse H liegt die zweiteilige Schraubenmutter für die Gewindespindel. Die Steigung ist etwa 3 *mm*.

Die Maschine ist in Aussee versucht worden und hat dort gute Ergebnisse in der Erhöhung der Arbeitsleistung geliefert. Im Durchschnitt wurden in zwei Minuten 0,338 *m* gebohrt.

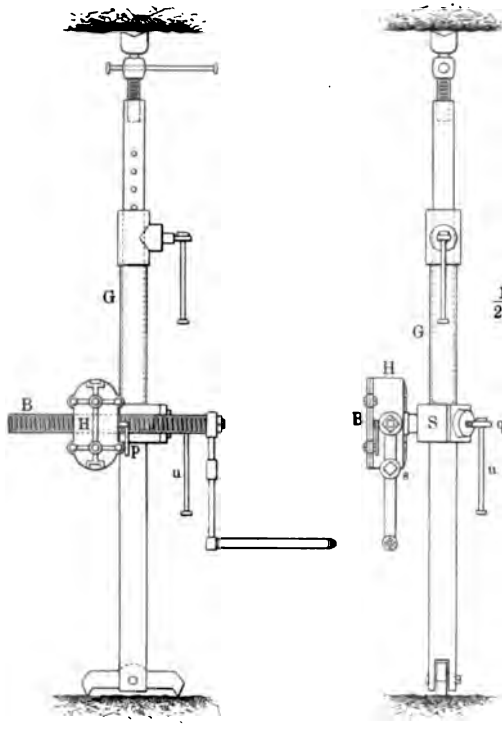
---

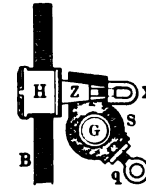
[1]) *K. Karmarsch* und *F. Heerens Technisches Wörterbuch* 1876, 1, 706, und *Rev. univ. des mines* 1874, 36, 39.

Digitized by Google

Durch neuere Maschinen ist diese Handbohrmaschine in Leichtigkeit und Leistung übertroffen worden. Als Nachteil ist hervorzuheben,

Fig. 71.

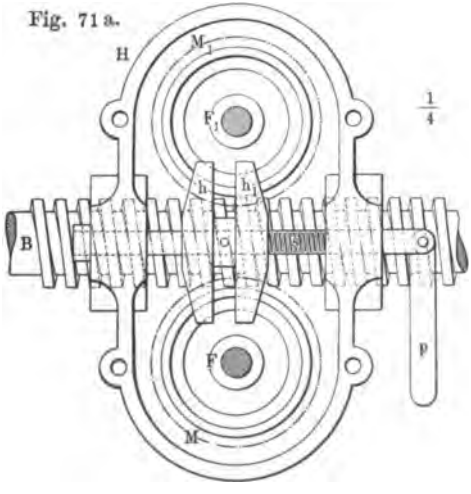




dafs sehr viel Arbeit auf die Überwindung der Reibungswiderstände entfällt, ohne dafs dieser Teil der Arbeitsleistung genügend nutzbar wird. Ein Teil der neueren Maschinen wendet das Reibungsprincip in verschiedener Weise ebenfalls an.

Die Bohrmaschine von *Staněk u. Reska*[1]) erfüllt den Zweck in noch besserer Weise. Benutzt wird ein ausziehbares Bohrgestell *G* (Fig. 71, 71 a und 71 b). Die Bohrspindel *B*, die den Schneckenbohrer trägt, erhält ihren Vorschub bei der Drehung nicht wie bei der *Lisbeth*schen Bohrmaschine durch eine zweiteilige Schraubenmutter, sondern durch zwei in dem Gehäuse *H* verlagerte Schneckenräder MM_1. Durch eingeschliffene Friktionskonusse KK_1 lassen sich die Räder

Fig. 71 a.

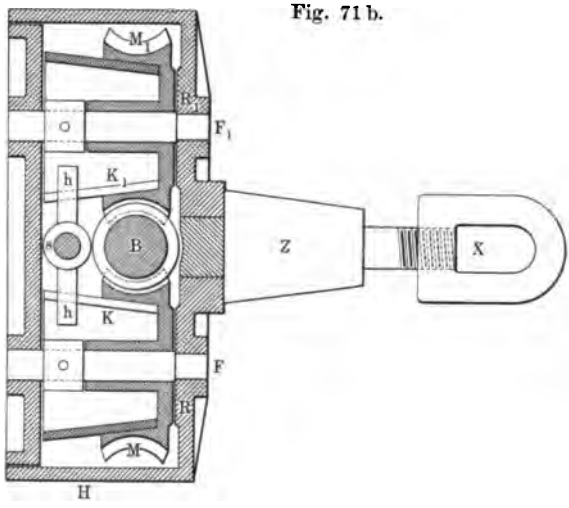


[1]) *Leob. Jahrb.* 1876, 24, 232.

Digitized by Google

mehr oder weniger feststellen und frei beweglich machen. Sind die Schneckenräder festgestellt, so dienen sie zum Vorschub für den Bohrer, sobald die Bohrspindel gedreht wird, da die am Umfang der Räder angebrachten Zähne in die Gewindegänge der Bohrspindel eingreifen. Wird der Widerstand zu grofs, so schleifen die Schneckenräder auf den Friktionskonussen und der Bohrer rückt in geringerem Mafse oder gar nicht vor. Soll der Bohrer ganz zurückgezogen werden, so wird die Friktion aufgehoben, so dafs sich die Schneckenräder frei bewegen lassen und das Zurückziehen ohne Hemmnis möglich wird. Das Anpressen der Konusse geschieht durch die Arme *hh*, die unter die Konusse fassen und diese bei geringer Seitenverschiebung in die Schneckenräder pressen. Diese Verschiebung der Arme *hh* wird durch die Schraubenspindel *s* mit dem Arme *p* geregelt. Je nach der Härte des Gesteins wird sie mehr oder weniger angezogen werden. Ein geringes Zurückdrehen der Schraube *s* giebt die Schneckenräder frei und ermöglicht das Zurückziehen der Bohrspindel. Das Gehäuse braucht dabei nicht geöffnet zu werden.

Fig. 71 b.



Das Gehäuse hat einen konischen Zapfen *Z*, der in eine entsprechende konische Durchbohrung des Ringes *S* pafst, wo er durch eine Schraube *X* fest angezogen wird. Der Ring kann an der Gestellsäule herauf- und heruntergeschoben und mittels der Schraube *q* und des Griffes *u* festgestellt werden. Auf diese Weise läfst sich dem Bohrer jede beliebige Richtung geben.

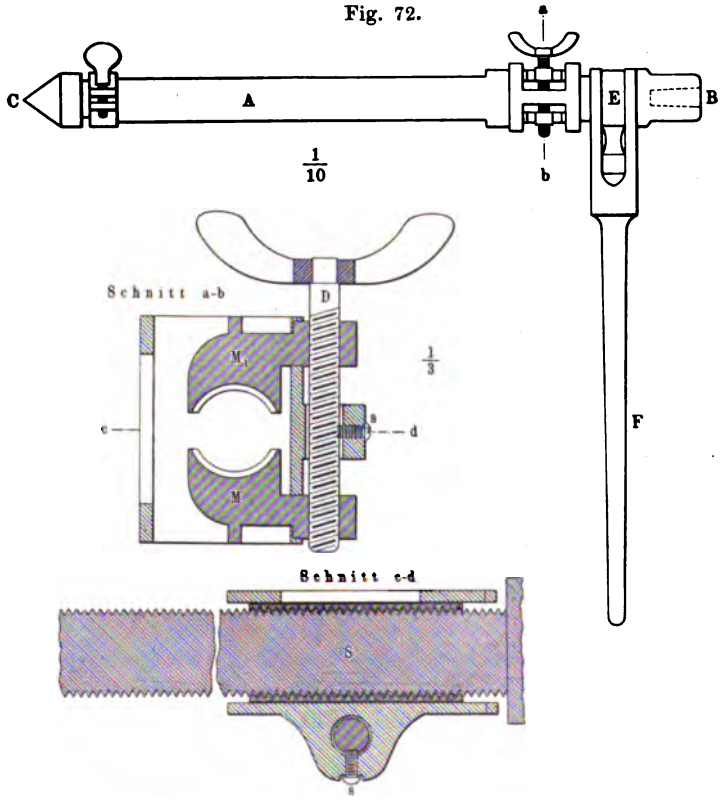
Sehr einfach ist die im Salzkammergute, z. B. zu Hallstadt benutzte Handdrehbohrmaschine von *Ratschett* (Fig. 72, a. f. S.). Das Bohrgehäuse *A* nimmt die mit einer Knagge *EF* versehene Bohrspindel *S* auf, die bei *B* mit einem Kopf zur Aufnahme des Bohrers versehen ist. Der vordere Teil des Gehäuses trägt zwei Mutterschraubenbacken MM_1, die durch die Flügelschraube *D* um die Bohrspindel gelegt oder gelüftet werden können. Eine kleine Schraube *s* dient zum Feststellen der Flügelschraube während der Arbeit.

Beim Arbeiten mit der Knagge schiebt sich die Bohrspindel in

Digitized by Google

dem Gehäuse nach vorn und drückt den Bohrer gegen den Salzstofs. Am rückwärtigen Ende trägt das Gehäuse einen Kegelzapfen C, der für sich in dem Gehäuse beweglich ist. Mit diesem Zapfen wird die Maschine gegen einen in der Strecke zwischen Sohle und Firste fest-

Fig. 72.



geschlagenen Stempel gesetzt, so dafs sie, wenn der Bohrer gegen die Gesteinswand drückt, festsitzt.

Kann bei zu grofser Härte der Bohrer nicht nach Verhältnis der Gewindesteigung fortrücken, so dreht sich das Gehäuse A mit der Spindel zugleich, da es um den Zapfen C beweglich ist. Auf diese Weise regelt sich der Vorschub.

Die Maschine von *Elliott*[1]) (Fig. 73) wird auf einem Gestell G mit verschiebbarem Rahmen verlagert. Das Bohrgehäuse H hat Zapfen $\varepsilon\varepsilon_1$, die in die auf der vorderen Seite des Gestellrahmens angebrachten Zahnlücken passen.

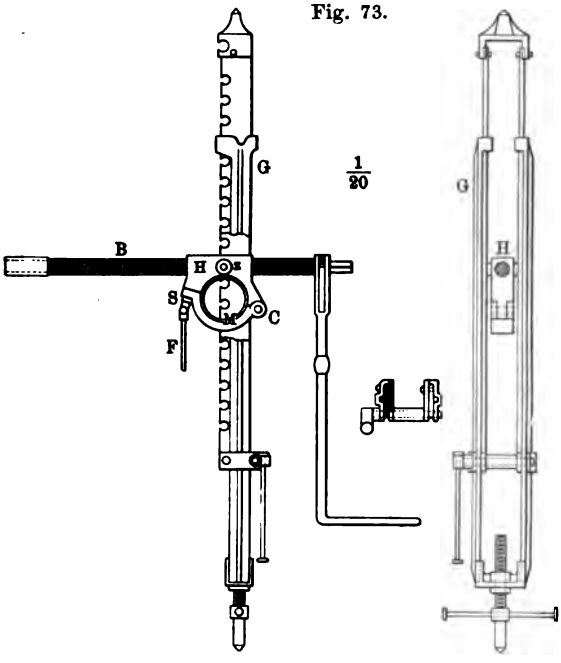
Der Vortrieb der Bohrspindel B wird durch ein einzelnes Schneckenrad aus Messing M bewirkt, das auf den zwei Ringflächen RR_1 des

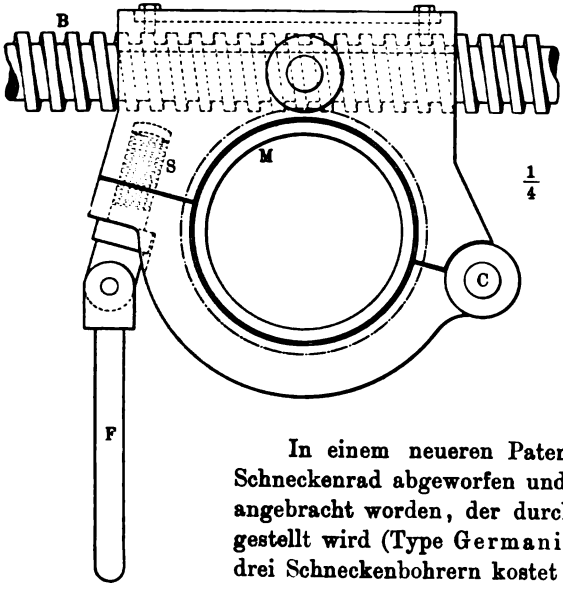
[1]) *B.- u. H. Z.* 1893, S. 376, Taf. IV.

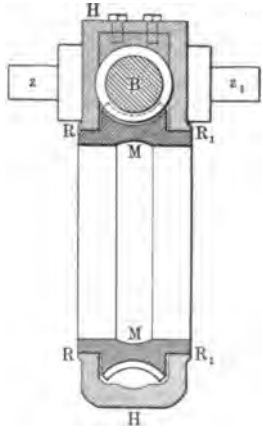
Digitized by Google

Gehäuses gleitet. Der untere Teil des Gehäuses mit den Reibflächen ist in einem Charnier *C* beweglich und wird durch die mit dem Griff *F* versehene Schraube *S* gehalten. Beim Anziehen der Schraube wird das Schneckenrad durch die zusammengezogenen Teile des Gehäuses mehr oder weniger festgehalten. Je nach der Gesteinshärte kann das Rad stärker oder weniger stark festgeklemmt werden. Soll der Bohrer ganz zurückgezogen werden, so wird die Schraube gelüftet, so dafs das Schneckenrad frei beweglich wird. Die Maschine ist demgemäfs einfacher als die von *Reska*.

Fig. 73.







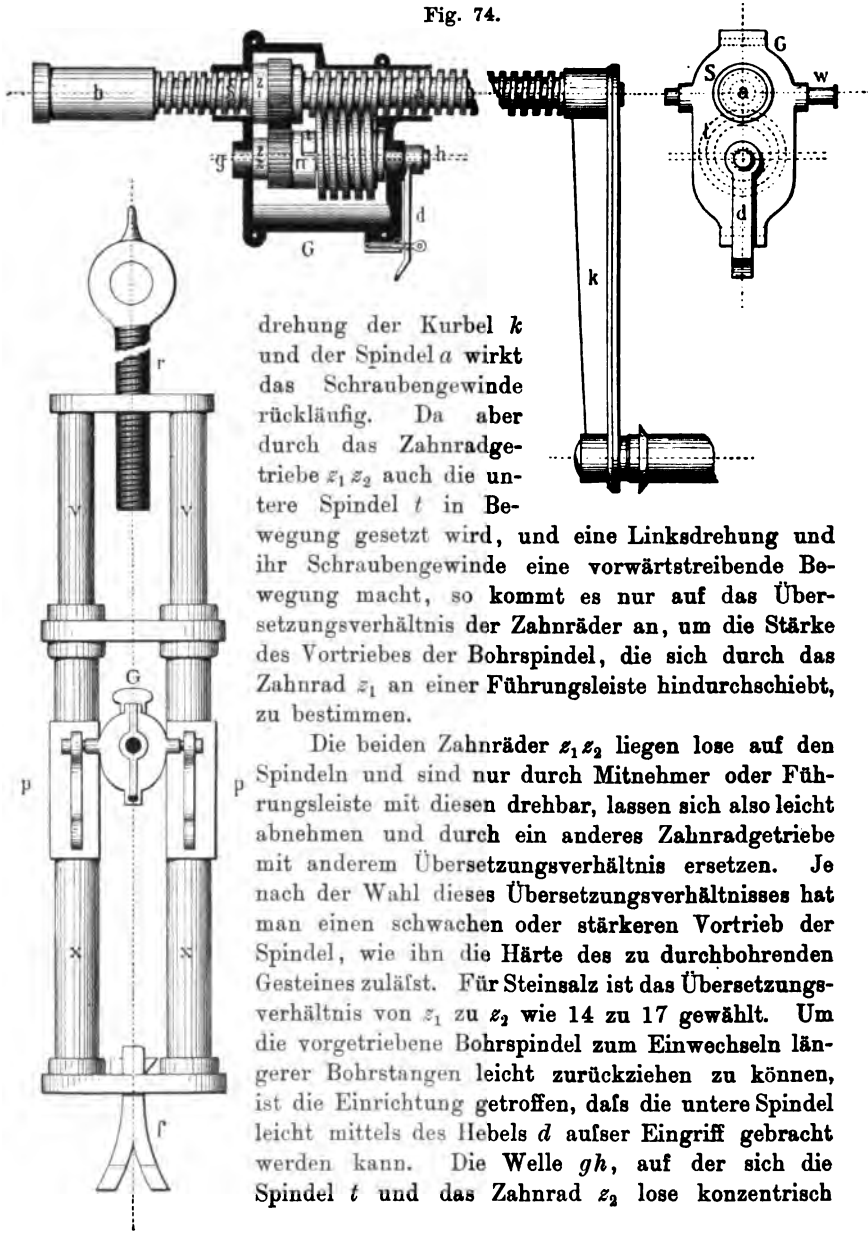
In einem neueren Patente ist das messingene Schneckenrad abgeworfen und ein Differentialvortrieb angebracht worden, der durch eine Schraubenmutter gestellt wird (Type Germania). Eine Maschine mit drei Schneckenbohrern kostet 125 *Mk.*

Digitized by Google

Eine andere Maschine ist die von *Ulrich* in Stafsfurt, der einen Differentialvortrieb anwendet.

Bei der *Ulrich*schen Bohrmaschine (Fig. 74) befinden sich zwei Schraubenspindeln a und t in einem Gehäuse G. Bei einer Rechts-

Fig. 74.



drehung der Kurbel k und der Spindel a wirkt das Schraubengewinde rückläufig. Da aber durch das Zahnradgetriebe $z_1 z_2$ auch die untere Spindel t in Bewegung gesetzt wird, und eine Linksdrehung und ihr Schraubengewinde eine vorwärtstreibende Bewegung macht, so kommt es nur auf das Übersetzungsverhältnis der Zahnräder an, um die Stärke des Vortriebes der Bohrspindel, die sich durch das Zahnrad z_1 an einer Führungsleiste hindurchschiebt, zu bestimmen.

Die beiden Zahnräder $z_1 z_2$ liegen lose auf den Spindeln und sind nur durch Mitnehmer oder Führungsleiste mit diesen drehbar, lassen sich also leicht abnehmen und durch ein anderes Zahnradgetriebe mit anderem Übersetzungsverhältnis ersetzen. Je nach der Wahl dieses Übersetzungsverhältnisses hat man einen schwachen oder stärkeren Vortrieb der Spindel, wie ihn die Härte des zu durchbohrenden Gesteines zuläfst. Für Steinsalz ist das Übersetzungsverhältnis von z_1 zu z_2 wie 14 zu 17 gewählt. Um die vorgetriebene Bohrspindel zum Einwechseln längerer Bohrstangen leicht zurückziehen zu können, ist die Einrichtung getroffen, dafs die untere Spindel leicht mittels des Hebels d aufser Eingriff gebracht werden kann. Die Welle gh, auf der sich die Spindel t und das Zahnrad z_2 lose konzentrisch

Digitized by Google

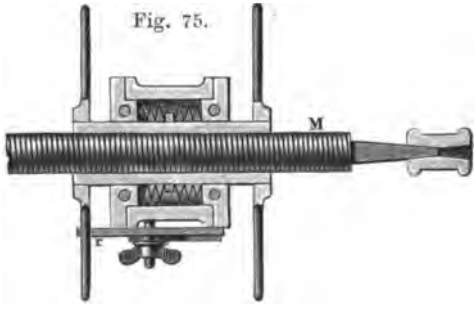
bewegt, ist im Gehäuse *G* exzentrisch verlagert, so dafs sich bei einer Seitwärtsbewegung des Hebelgriffes *d*, der während der Arbeit durch einen Stift festgestellt ist, die Spindel *t* senkt und die obere Schraubenspindel frei wird. Durch die Leichtigkeit der Handhabung wird Zeit gespart, die Arbeit geht schneller von statten. Ein Vorteil dieser Bauart liegt auch darin, dafs sich der Salzstaub aus dem Bohrmehle nicht in die Gewindenuten festsetzt, da das Gehäuse schützt. Infolge des Doppelgewindes sind breitere und tiefere Gewindegänge anwendbar. Als Gestell dienen zwei Röhrenpaare *xx* und *vv*, die gegen einander verschoben und durch quer durchgesteckte Stifte festgestellt werden können, so dafs dem Gestelle die der Streckenhöhe entsprechende Länge gegeben werden kann. Durch die Schraubenspindel *r* wird das Gestell an das Hangende fest angeschraubt. Der Schlitten *p*, der mit Stift an dem Gestelle nach Belieben hoch oder niedrig gestellt werden kann, trägt das Gehäuse *G*. Die Drehbarkeit des Gestelles um den Fufs *f* ermöglicht jede Veränderung der Richtung der Bohrstange nach rechts oder links. Dieses als Leopoldshaller Gestell bezeichnete Bohrgestell ist leichter als das massive der *Lisbeth*schen Maschine bei ausreichender Stabilität und ist auch für andere Handdrehbohrmaschinen anwendbar.

Beim Salzbergbau zu Wieliczka hat man mit der *Ulrich*schen Bohrmaschine gute, und die der einfachen *Lisbeth*schen Maschinen wesentlich übersteigende Leistungen erzielt[1]). Man bohrte dort in 15 Minuten

mit *Lisbeth*scher	Maschine	0,75 *m*,
„ *Reska*scher	„	1,10 „
„ *Ulrich*scher	„	1,30 „

In Hallstadt[2]) benutzte man früher die Handbohrmaschine von *Staněk* und *Reska*, jetzt ist die rotirende Gesteinsbohrmaschine von *Bornet* in Anwendung. Zur Überwindung der Gesteinswiderstände ist die Schraubenmutter in dem Gehäuse durch Federn gehalten (Fig. 75), die sich zusammendrücken und nach Überwindung des Widerstandes den Bohrer um so stärker vordringen lassen. Die Mutter läfst sich mit der Bohrspindel zum Einwechseln längerer Bohrer umlegen, da sie keinen losen Deckel zum Zurückziehen der Spindel hat. Das Gestell wiegt 30 *kg*, die Maschine mit Bohrspindel 20 *kg*. Bei *r* ist ein Hemm-

Fig. 75.

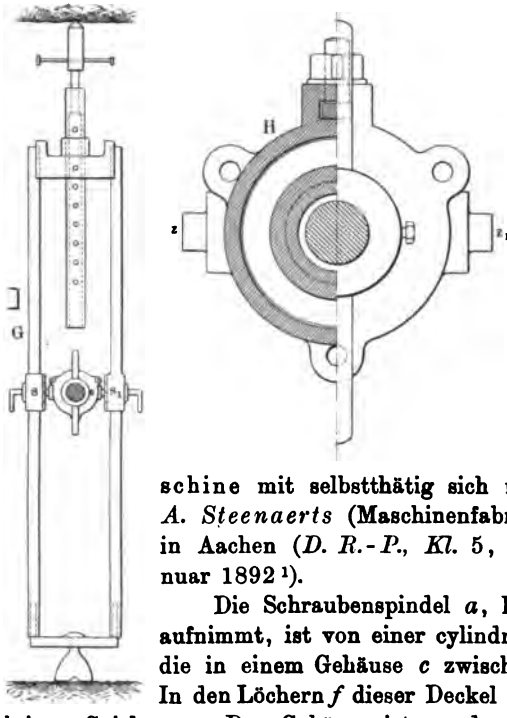


[1]) *Ö. Z.* 1894, **42**, 381.
[2]) Das. 1894, **42**, 279; 1897, **45**, 496.

Digitized by Google

riegel, der aufser Eingriff kommt, wenn sich die Feder zu stark zusammenpreſst, so dafs sich dann die Mutter mit der Spindel *M* mitdreht. Der Hemmriegel ist durch eine Flügelmutter verstellbar.

Fig. 76.



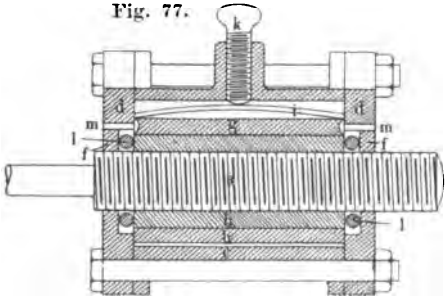
Das Gestell zu der Handbohrmaschine von *Bornet* ist aus der Fig. 76 ersichtlich. Das Bohrgehäuse *H* wird mit den beiden Zapfen $s\,s_1$ in die am Gestellrahmen *G* verschiebbaren Muffen $s\,s_1$ eingelegt.

Von Handbohrmaschinen, die zur Verwendung bei der Steinsalzgewinnung in betracht kommen können, seien noch folgende genannt:

Die umkehrbare Gesteins-Bohrmaschine mit selbstthätig sich regelndem Vorschub von *A. Steenaerts* (Maschinenfabrik von *W. Wickardt*) in Aachen (*D. R.-P., Kl.* 5, *Nr.* 64202 vom 21. Januar 1892 [1]).

Die Schraubenspindel *a*, Fig. 77, die den Bohrer aufnimmt, ist von einer cylindrischen Hülse *b* umgeben, die in einem Gehäuse *c* zwischen den Deckeln *d* liegt. In den Löchern *f* dieser Deckel hat die Schraubenspindel einigen Spielraum. Das Gehäuse ist an den Seiten mit Zapfen versehen, mit denen es auf einem Bohrgestell gelagert werden kann. Zwei

Fig. 77.



Bremsbacken *g* und *h* legen sich fast in vollem Umfange an die Hülse *b* an, können sich aber, da sie durch die Form und durch die Bolzen festgehalten werden, nicht mit der Hülse drehen. Eine Druckschraube *k* drückt durch die Feder *i* auf den oberen Bremsbacken *g*, der sich fest auf die Hülse *b* legt und diese an den unteren Bremsbacken *h* anpreſst. Durch Stellung der Schraube *k* läfst sich der Druck so regeln, dafs die Hülse bei gewöhnlicher Gesteins-

[1]) *Gf.* 1893, S. 4.

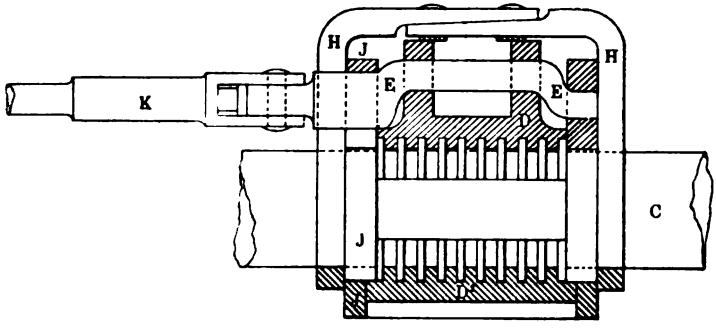
Digitized by Google

festigkeit festliegt und der Bohrspindel bei ihrer Drehung den der Steigung des Schraubengewindes entsprechenden Vorschub giebt. Tritt ausnahmsweise ein gröfserer Widerstand ein, so dreht sich die Hülse mit der Schraubenspindel in den Bremsbacken so lange, bis der Widerstand nachgiebt. Am Kopfe der Hülse sind gegen die Deckelwandungen zwei Stahlringe *l* eingelegt, die verhüten sollen, dafs sich die Hülse an den Deckelwandungen reibt.

Die Handdrehbohrmaschine für Gruben und Steinbrüche von *Louis Thomas* in Montegnée-les-Siège, Belgien (*D. R.-P.*, *Kl.* 5, *Nr.* 67123, vom 28. August 1892[1]).

Die Konstruktion hat den Zweck, die zweiteilige Spindelmutter leichter lüften und die Bohrspindel zurückziehen zu können. Die Spindel *C*, Fig. 78, ist zu dem Zwecke in einem Gehäuse *J* verlagert,

Fig. 78.



das die zweiteilige Spindelmutter *DD'* aufnimmt. *D'* ist fest, die obere Hälfte *D* läfst sich durch die gekröpfte Welle *E* mittels des Griffes *K* im Gehäuse auf- und niederbewegen. Mit der oberen Spindelmutter bewegt sich der Bügel *H*, der unter die Bohrspindel fafst und diese mit anhebt, so dafs sie leicht zurückgezogen werden kann.

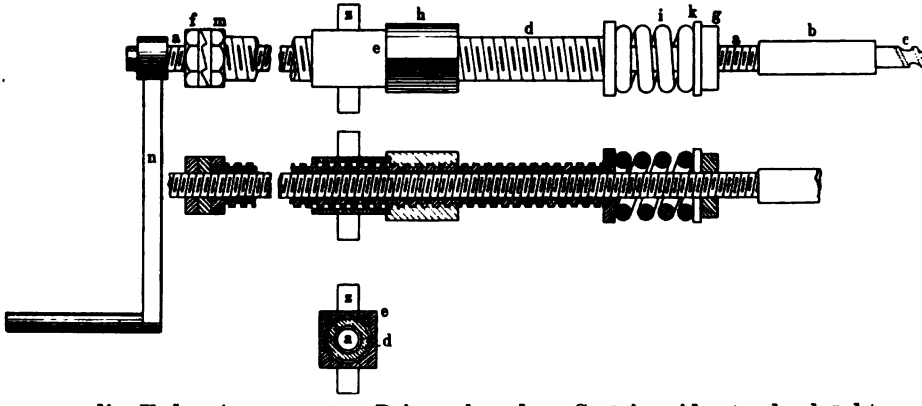
Die Handbohrmaschine von *Heise*[2]) wirkt unter gleichbleibendem Druck mit selbstthätigem Vorschub ohne Kraftverlust. Die Bohrspindel *a*, Fig. 79 (a. f. S.), der *Lisbeth*schen Maschine geht glatt durch die in der zweiteiligen Mutter *h* geführte Schraubenspindel *d* und ist mit dieser durch eine gespannte Feder *i* und eine Zahnkuppelung *fm* lösbar verbunden. Bei härter werdendem Gestein drückt sich die Feder zusammen, die Kuppelung löst sich und die Bohrspindel wird nur durch die gespannte Feder gegen das Gestein gedrückt, bis die Kuppelung wieder eingreift. Durch Drehung der Mutter *g* kann die Feder gespannt und dadurch der mittlere Druck des Bohrers auf das Gestein festgesetzt werden. Mit den Zapfen *z* ruht die Bohrmaschine in dem Bohrgestell.

[1]) *Gf.* 1893, S. 902.
[2]) Das., S. 820, 986.

Digitized by Google

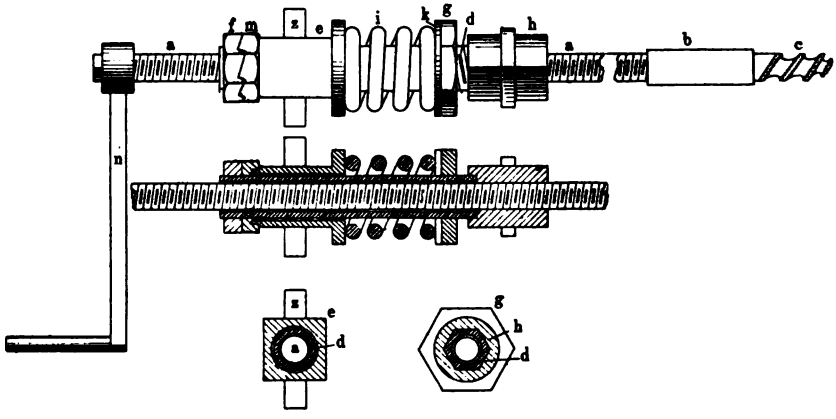
Die verbesserte *Richard*sche Maschine ist ähnlich eingerichtet. Die Bohrspindel *a*, Fig. 80, ist mit Gewinde versehen und die Mutter *h*, die fest mit der Hülse *d* verbunden ist, wird durch die Zahnkuppelung *fm* mit dem feststehenden Führungsstücke *e* verbunden und durch

Fig. 79.



die Feder *i* gespannt. Bei wachsendem Gesteinswiderstande drückt sich die Feder so stark zusammen, dafs die Kuppelung gelöst wird. Die Mutter *h* dreht sich dann mit der Bohrspindel, und diese wird nur durch die Federkraft gegen das Gestein gedrückt, bis die Kuppelung wieder eingreift und die Mutter zum Stillstand kommt.

Fig. 80.



Bei beiden Konstruktionen wird die Feder der mittleren Gesteinshärte entsprechend durch die Schraubenmutter *g* gespannt. Zwischen der Mutter und der Feder *i* liegt eine Gleitscheibe *k* oder ein Kugellager.

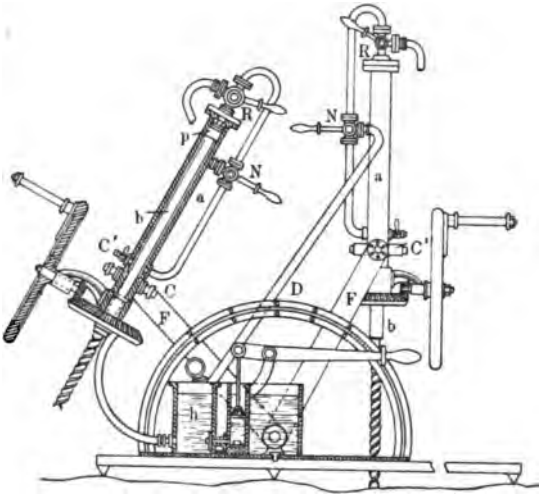
Die Maschinen erscheinen einfach und zweckmäfsig. Als schwächster Teil ist die Zahnkuppelung anzusehen, die sich bei häufigem Ein-

Digitized by Google

greifen und Lösen schnell abnutzen wird und deshalb besonders sorgfältig ausgeführt und leicht auszuwechseln sein mufs. Je nach der Stärke wiegen die Maschinen 9 bis 15 *kg*, ein bis auf $2^1/_2$ *m* ausziehbares Gestell wiegt 35 bis 45 *kg*.

Alexander Cantin in Paris erreicht denselben Zweck wie bei den vorhin beschriebenen Maschinen, den Vorschub des Bohrers nach der Härte des Gesteines selbstthätig zu regeln, dadurch, dafs er auf den Bohrer hydraulischen Druck wirken läfst (*D. R.-P. Nr.* 26058 vom 11. Februar 1883 [1]).

Fig. 81.



Das hintere Ende der Bohrspindel *b*, Fig. 81, bewegt sich als Kolben in einem Cylinder *a*. Das Druckwasser prefst den Kolben entweder nach vorn und damit den Bohrer auf das Gestein oder zieht bei entsprechender Hahnstellung den Kolben zurück und damit den Bohrer aus dem Bohrloche. Ein Vorgelege mit Handkurbel dient zum Drehen des Bohrers. Zur Erzeugung des Wasserdruckes dient ein Wasserbehälter *h* mit Handpumpe und Windkessel. Handpumpe und Windkessel können auch unmittelbar mit dem Bohrcylinder verbunden und durch die Betriebswelle des Bohrapparates in Thätigkeit gesetzt werden.

Der Apparat steht auf einem in der Horizontalebene drehbaren Rahmen, der einen Stellbogen *D* hat. Der Bohrapparat wird von zwei am Rahmen befestigten drehbaren Armen *F*, die am Stellbogen festgestellt werden, getragen und läfst sich an den Armen drehen, so dafs ihm jede beliebige Stellung nach unten oder oben und nach den Seiten gegeben werden kann. An den Enden der Arme ist zu dem Zwecke ein aus zwei drehbaren Ringen *CC'* gebildetes Cardanisches Gelenk angebracht, in dem der Bohrcylinder eingehängt ist.

Zu Bochnia hat man Handbohrmaschinen von *Ulrich* (Stafsfurt), *Bornet* (Paris), *Elliott* (the Hardy Patent Pick) und *Ratschett* benutzt und damit vergleichende Versuche ausgeführt [2]).

[1]) *B.- u. H. Z.* 1884, S. 430.
[2]) *Ö. Z.* 1897, 45, 127.

Digitized by Google

Die Anschaffungskosten waren ohne Zoll und Fracht für die Maschine von

Ulrich	168 *fl.*	63 *kr.*,
Bornet	133 „	10 „
Elliott	155 „	— „
Ratschett	75 „	— „

Um 1 *m* Bohrloch abzubohren, war, wenn das Auswechseln der Bohrer eingerechnet wird, an Zeit erforderlich:

Maschine von			Bohrlochsweite
Ulrich	Schibiker Salz	38 *Min.*	38 *mm*,
Bornet	Salz mit Anhydrit	38 „	38 „
Elliott	Schibiker Salz	18,6 „	55 „
Ratschett	Salz mit Anhydrit	20 „	38 „

Die *Ulrich*sche Maschine mit festem Übersetzungsverhältnis wurde für gleichartiges Gebirge (Salz und Salzgebirge) verwendet. Sie zeichnet sich durch geringes Gewicht, sinnreiche Einrichtung der Schraubenmutter, wodurch es ermöglicht ist, die Bohrspindel leicht zurückzuziehen, und dadurch aus, dafs sie sich ohne Anstrengung nur von einem Mann handhaben läfst. Die Bohrer werden nach einer Lehre geschärft und in lauem Wasser oder Steinkohlentheer gehärtet. Die *Bornet*-Maschine ist etwas schwerer, läfst sich aber auch bei wechselnder Härte des Gesteins gut anwenden. Die *Elliott*-Maschine ist mit zwei Ratschen versehen, wovon die eine auch als Kurbel benutzt werden kann. Sie zeigte sich bei den Versuchen als gut verwendbar. Die *Ratschett*-Bohrmaschine, die kein besonderes Gestell hat, liefs sich überall, auch an den höchsten Stellen, gut anbringen. Zur Befestigung wird ein Stempel zwischen Firste und Sohle geschlagen.

Für maschinelles Bohren hat *Balzberg*[1]) eine von ihm gewählte Konstruktion empfohlen, bei der die Drehbewegung durch einen Luft- oder hydraulischen Motor hervorgerufen wird, während die Maschine auf einem Untergestelle getragen und von dem Arbeiter gegen den Ortsstofs gedrückt wird. In den hohlen Bohrer, der eine Bohrkrone mit Diamanten oder anderen harten Körpern trägt, wird zur Kühlung des Bohrers und Entfernung des Bohrmehls Prefsluft eingeblasen. Anwendung scheint eine derartige Maschine noch nicht gefunden zu haben

Dagegen hat *C. Trautz*[2]) in Kalk bei Köln eine mechanisch betriebene Drehbohrmaschine zusammengesetzt, bei der zwei oscillirende Cylinder, die mit Dampf oder Prefsluft gespeist werden, den Antrieb für die Drehbewegung geben, während ein Differentialgetriebe den Vortrieb bewirkt. Die Maschine ist auf dem Kaliumsalzbergwerke Hercynia mit Erfolg benutzt worden und hat sich besonders für die härteren Salzarten: Steinsalz, Sylvin, Sylvinit bewährt.

---

[1]) *Leob. Jahrb.* 1876, **24**, 237.
[2]) *B.- u. H. Z.* 1878, **37**, 159.

Digitized by Google

Durch *Harras* ist diese Maschine verbessert und vereinfacht worden. In dieser verbesserten Form hat man sie als hydraulisch betriebene Maschine im Salzberge von Ischl neben anderen Bohrmaschinen verwendet (s. S. 425).

Die Anwendung der Elektrizität hat in neuerer Zeit die Einführung mechanisch betriebener Drehbohrmaschinen beim Salzbergbau ermöglicht.

Die elektrische Drehbohrmaschine von *Siemens u. Halske* (*D. R.-P. Nr.* 75303 vom 14. Juli 1893[1]) ist bereits auf vielen Salzbergwerken mit gutem Erfolge benutzt worden. Die Einrichtung besteht aus einem kleinen elektrischen Motor, von dem aus eine

Fig. 82.

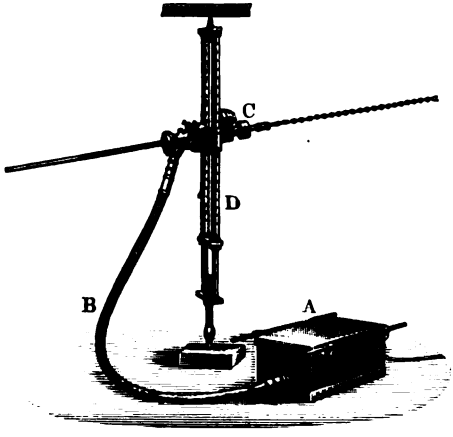


Fig. 83.

Drehbohrmaschine mittels etwa 2 *m* langer biegsamer Welle in Bewegung gesetzt wird (Fig. 82).

Der in einem tragbaren Kasten ruhende Motor *A* wird durch ein 60 *m* langes, 10 bis 12 *mm* dickes Gummikabel, das auf einer tragbaren Trommel, Fig. 83, aufgewickelt ist, an die Hauptleitung in einfacher Weise angeschlossen. Er wird mit einer aus dem Kasten heraustretenden Handkurbel in Bewegung gesetzt. Die Bewegung wird durch eine verlangsamende Stirnradübersetzung auf die biegsame Welle übertragen. Mit konsistentem Fett wird der Motor geschmiert. Der ganze Motor mit Kasten wiegt etwas über 100 *kg* und läfst sich von zwei Arbeitern gut tragen. Der Motor, in der Stärke von einer Pferdekraft, wird für Gleichstrom (unter Nebenschlufs mit einer das Anlaufen erleichternden direkten Wickelung) oder für Drehstrom eingerichtet, und zwar bei Gleichstrom für Spannungen von 110, 220 oder 330 *Volt*,

[1]) *Elektrotechnische Zeitschr.* (*Centralblatt für Elektrotechnik*) 1895, Nr. 34 u. 40; *Gf.* 1895, **31**, 1233; *P. J.* 1895, **297**, 300.

Digitized by Google

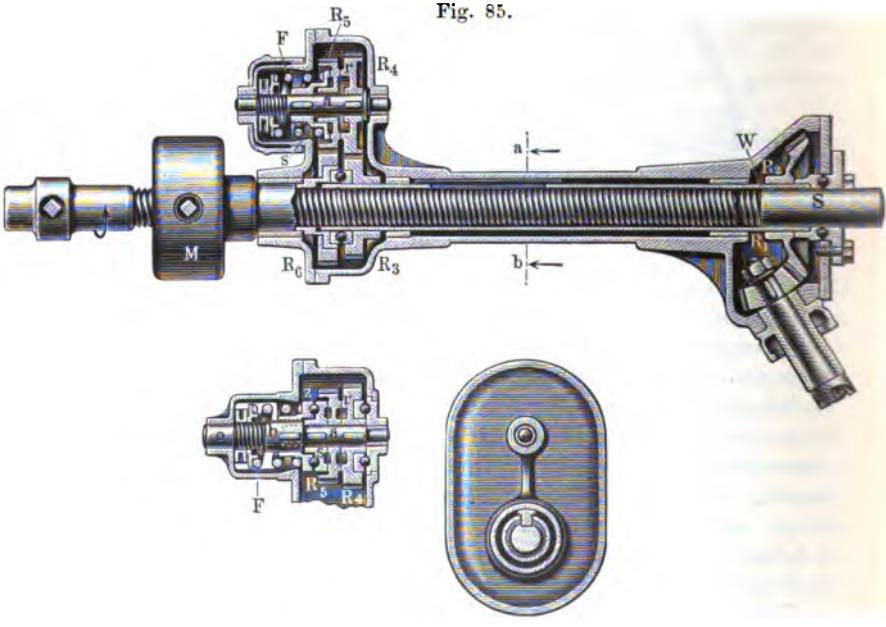
bei Drehstrom für Spannungen von 120 oder 210 *Volt* (gemessen zwischen je zwei der drei Drehstromleitungen).

Die biegsame Welle oder *Stow*sche Welle, Fig. 84, ist 2 *m* lang und darf nur durchweg in schlanker Krümmung liegen, besonders auch

Fig. 84.

an den Enden nicht scharf geknickt sein. Sie besteht aus einer inneren Seele, die sich aus einer Anzahl mehrgängiger, in gleicher Richtung gedrehter Stahldrahtspiralen zusammensetzt und in einer Schutzhülle liegt. Die Hülle besteht aus einer kräftigen, äufserlich mit Leder überkleideten eingängigen Stahlspirale. Die beiden Enden der Welle sind in Metallkapseln gefafst, die mit Kuppelungsvorrichtungen versehen sind.

Fig. 85.



Die Drehbohrmaschine (Fig. 85) besteht aus einer hohlen Welle *W*, die durch ein konisches Zahnradgetriebe R_1, R_2 von der an R_1 angeschlossenen biegsamen Welle bewegt wird. Mit der Welle *W* dreht sich der am vorderen Ende eingesetzte Spiralbohrer. Der Vorschub

Digitized by Google

des Bohrers wird durch ein Differentialzahnradgetriebe (ähnlich wie bei der *Ulrich*schen Handdrehbohrmaschine oder der Bohrmaschine von *Jarolimek*) bewirkt (R_3, R_4, R_5, R_6). In der hohlen Welle bewegt sich die Bohrstange S, die mit Schraubengewinde versehen ist. Das Zahnrad R_6 trägt die Schraubenmutter, in der sich die Bohrstange vorwärts bewegt. Dieses bewegt sich infolge der Übersetzung auf die Zahnräder R_4 und R_5 langsamer als das auf der hohlen Welle befestigte Zahnrad R_3 und gleitet an diesem mittels Kugeln. Damit der Vortrieb der Bohrstange sich je nach der Härte des Gesteins oder des Salzgebirges selbst regelt und mehr oder weniger stark ist, sind die Zahnräder R_4 und R_5 durch eine Reibungskuppelung verbunden, so dafs die Zahnräder bei wachsendem Widerstande auf der Reibungsfläche r gleiten, wodurch der Vorschub sich vermindert und ganz aufhört, wenn R_3 und R_6 gleiche Umdrehungsgeschwindigkeit, R_5 aber entsprechend gröfsere als R_4 hat.

Die Spannung in der Reibungskuppelung wird durch die Feder F hervorgerufen, die sich mittels einer Schraube mehr oder weniger spannen läfst, je nachdem dies für die besondere Gebirgsart geeignet ist. Die Feder drückt mittels der Büchse z (Fig. 85) gegen das Zahnrad R_5. Die Räder R_4 und R_5 gleiten dabei auf Kugellaufflächen. Die Reibungskuppelung verhütet, dafs bei plötzlichen Widerständen Brüche in der Maschine entstehen.

Die Räder des Vorschubwerkes lassen sich auswechseln. Sie werden für jedes Gestein so gewählt, dafs der Motor bei vollem Vorschub 700 bis 800 *Watt* elektrische Energie verbraucht (1 *PS* = 736 *Watt*). Als Gestell kann das der *Lisbeth*schen Maschine oder das *Leopoldshaller* Gestell (S. 415) benutzt werden. Die Säulen müssen entsprechend der Breite der Bohrmaschine etwas weiter als bei der *Lisbeth*schen Maschine von einander abstehen. Das Gewicht der Maschine mit einer 1,5 *m* langen Bohrspindel ist 32 *kg*.

Bei einem Energieverbrauch von 800 *Watt* arbeitet die Maschine in einer Minute bei 40 *mm* Lochweite in reinem Salz 30 bis 40 *cm*, im Haselgebirge von Ischl 20 bis 25 *cm*. Es lassen sich, ohne die Bohrer auszuwechseln, Löcher von 1 *m* Tiefe herstellen, bei einmaligem Wechsel können Löcher von 1,8 bis 2 *m* Tiefe gebohrt werden.

Derartige elektrische Drehbohrmaschinen sind auf dem Salzbergwerke Neu-Stafsfurt, auf dem Kaliwerke Glückauf bei Sondershausen und dem Schachte bei Tarthun der Kgl. Preufs. Berginspektion zu Stafsfurt, sowie auf dem Salzberge bei Ischl in Gebrauch.

Auf dem Steinsalzwerke Neu-Stafsfurt[1]) ruht die Maschine in einem der *Ulrich*schen Handbohrmaschine ähnlichen Gestelle. Die Bewegung des elektrischen Motors wird durch eine 2 *m* lange, biegsame Welle auf den Bohrapparat übertragen. Es wurde mit 110 *Volt* Span-

[1]) *Ö. Z.* 1894, 42, 643.

Digitized by Google

nung gearbeitet. Der Erfolg gegenüber dem Betriebe mit der *Lisbeth*schen Handbohrmaschine war nicht ungünstig. In einem 25 *m* breiten, 2 *m* hohen Einbruchsorte im jüngeren Steinsalz leisteten zwei Mann 300 *cbm*, gegen 180 *cbm* Leistung bei Handbohrbetrieb, demnach 66 *Pct.* mehr. In einer 4 *m* breiten, 2 *m* hohen Strecke wurden in einem Monate mit elektrischem Betriebe 19,10 *m* und später 19,50 *m* gegen 11 *m* bei Handbohrbetrieb aufgefahren, es ist das eine Mehrleistung von 77 *Pct.* Auf das Bohren selbst waren dabei in der Arbeitsschicht nur $3^1/_2$ Stunden zu rechnen. Man bohrte im Einbruchsort:

bei elektrischem Betriebe . . . . . 8 *m* in der Stunde,
bei Handbetrieb . . . . . 4 „ „ „ „

in der Strecke:

bei elektrischem Betriebe . . . . . 7 *m* in der Stunde,
bei Handbetrieb . . . . . 3 „ „ „ „

einschliefslich Umstellen der Maschine und Wechseln der Bohrer.

Die Arbeitsleistung der Maschine war in der Minute 35 *cm* Bohrlochtiefe, die der Handbohrmaschine in der Minute 16 *cm* Bohrlochtiefe.

Im Salzberge zu Ischl hat man elektrischen Bohrbetrieb zur Vorrichtung und zur Veröffnung der Sinkwerke im Salzgebirge eingeführt. Aufser den elektrischen Drehbohrmaschinen hat man sowohl hier als auch in Hallein die ebenfalls von der Firma *Siemens u. Halske* in Charlottenburg gebaute elektrische Stofsbohrmaschine angewendet. Diese wird ebenso wie die Drehbohrmaschine von dem im Motorkasten liegenden Elektromotor durch eine biegsame Welle in Bewegung gesetzt, wobei die Bohrmaschine so eingerichtet ist, dafs die Drehbewegung in eine Stofsbewegung umgewandelt wird. Der ganze einmalige Vorschub ist aber geringer als bei der Drehbohrmaschine, nämlich nur 40 *cm*. Bei der Kurbelstofsbohrmaschine von *Siemens u. Halske* läfst sich die häufiger erforderliche Auswechselung der Bohrer auf die leichteste Weise infolge der Einrichtung ausführen, dafs der Stofskolben der Länge nach durchbohrt ist, so dafs der Bohrer von hinten eingesetzt und wieder herausgezogen werden kann. Die einmal eingestellte Maschine braucht also beim Auswechseln der Bohrer nicht verschoben zu werden. Der Bohrer wird beim Stofs mit sehr grofser Kraft zurückgezogen, so dafs Klemmungen im Bohrloch nur selten vorkommen.

Der Kraftverbrauch ist dabei gering und beträgt bei voller Leistung 0,8 bis 1,3 *Kilowatt*, durchschnittlich 1 *Kilowatt*.

Vergleichende Versuche über die Ergebnisse des Handbohrmaschinenbetriebes und des hydraulisch und elektrisch betriebenen Bohrmaschinenbetriebes beim Streckenbetriebe und beim Aussprengen der Werksräume hat man am Ischler und am Hallstädter Salzberge ausgeführt[1]).

[1]) *Ö. Z.* 1898, 46, 223.

Digitized by Google

Beim Handbohrbetrieb hatten die Strecken trapezoidalen Querschnitt von 1,8 bis 2 *qm* bei 1,9 *m* Streckenhöhe, bei maschinellem Betriebe hat man den Querschnitt mit Vorteil gröfser genommen, bis 3,4 *qm* bei 2 *m* Höhe. Zur Anwendung gekommen sind die Handbohrmaschine von *Reska*, die hydraulische Maschine nach dem System *Harras-Trautz* und die elektrische Drehbohrmaschine von *Siemens u. Halske*. Zum Vergleich wurde auch der Handbetrieb, Schrämen mit Keilhaue und Hereinnehmen der Wände durch Schiefsarbeit, wobei die Löcher mit Fäustel und Bohrer hergestellt wurden, gewählt. Man erhielt dabei betreffs der Leistung und der Kosten folgende Ergebnisse:

Beim Streckenbetrieb am Ischler Salzberge entfallen auf 1 *cbm* abgesprengtes Salzgebirge

	Gedinge fl.	Schichten	Leistung in *cm* in 1 Schicht: eines Arbeiters	Leistung in *cm* in 1 Schicht: in der Bohrschicht	Lohn auf 1 *cbm* fl.	Materialverbrauch fl.	Materialverbrauch kr.
I. Beim ortsüblichen Handbetrieb . . .	8,70 bis 9,63	6,53 bis 7,94	6,97 bis 8,47	—	7,96 bis 8,75	—	61,84 bis 79,70
II. Beim Handbohrmaschinenbetrieb	8,36 bis 8,69	4,38 bis 5,00	5,43 bis 5,90	10,86 bis 11,80	5,35 bis 6,06	2	63 bis 74
III. Beim elektr. Bohrbetrieb	5,17 bis 6,96	1,93 bis 2,28	13,44 bis 20,82	26,88 bis 41,64	2,49 bis 2,98	2 bis 3	58,6 bis 98,4

Beim Aussprengen von Werksräumen auf 1 *cbm* ausgesprengtes Gebirge

	Gedinge fl.	Schichten: einzeln	Schichten: Bohrschichten	Leistung in *cbm* in 1 Schicht: eines Arbeiters	Leistung in *cbm* in 1 Schicht: in der Bohrschicht	Lohn auf 1 *cbm* fl.	Materialverbrauch fl.	Materialverbrauch kr.
I. Beim Handbohrmaschinenbetrieb .	2,83	—	1,49	—	0,669	1,54	1	0,36
II. Beim hydraul. Bohrmaschinenbetrieb .	2,33	1,04	0,52	0,95	1,91	1,05	1	07
III. Beim elektr. Bohrbetrieb	1,60 bis 1,80	0,34 bis 0,56	0,12 bis 0,28	1,78 bis 2.65	3,55 bis 7,94	0,47 bis 0,70	1	5,4 bis 13

Beim Betriebe der Handbohrmaschine erhöht sich gegenüber dem Handbetriebe die Leistung und vermindern sich die Arbeitskosten, jedoch

Digitized by Google

ist keine wesentliche Verminderung der Einheitskosten zu bemerken. Beim elektrischen Bohrbetriebe kann das Gedinge wesentlich geringer sein. Die Leistung ist bedeutend höher.

Der Schichtenaufwand bei Handbetrieb, Handbohrmaschinenbetrieb und elektrischem Bohrbetrieb steht etwa wie 3 zu 2 zu 1.

Die Monatsleistung einer elektrischen Maschine, die von zwei Mann bedient wird, stellt sich zu etwa 11 *m* bei 26 Bohrschichten und zu einem Gedingesatze von 16 bis 17 *fl.* Beim Werksaussprengen schafft der elektrische Bohrbetrieb in der achtstündigen Schicht etwa 4 *cbm* und bei Anwendung von zwei Bohrmaschinen mit drei Mann Bedienung 8 *cbm*.

Beim Ischler Salzberge stellt man im Verlaufe eines Jahres Werksräume von 2000 *cbm* Inhalt her. Dabei sind zeitweise zwei elektrische Bohrmaschinen, zwei bis drei Häuer und neun Förderleute erforderlich.

Zur Herstellung der früher üblichen Werksöffen in etwa 300 *m* Länge bei einer Werksanlage waren 14 Häuer erforderlich und es dauerte fünf bis sechs Jahre, bis das Werk unter Himmel gebracht war.

Der Vorteil des elektrischen Bohrbetriebes ist deshalb sehr bedeutend. Er liefert eine dreifach gröfsere Leistung, erfordert weniger Häuerarbeiter, geringere Gezäheunterhaltungs- und Schmiedekosten und ergiebt eine geringere Abnutzung an Maschinen und eine vorteilhaftere Betriebsführung.

In Hallstadt hat man statt der früher gebräuchlichen Handbohrmaschine von *Reska* die leichter zu handhabende Maschine von *Bornet* und auch die von *Ratschett* in Benutzung genommen. Man bedient sich deren zum Streckenbetrieb und zum Vollaussprengen der Soolenerzeugungswerke. Der Erfolg dabei ist folgender gewesen:

	Gedinge		8stündige Schichten; Anzahl auf 1 *cbm*	Leistung eines Arbeiters in 8stündiger Schicht in *cm*	Lohn		Materialverbrauch auf 1 *cbm* *fl.*
	auf 1 *m* Streckenlänge *fl.*	auf 1 *cbm* Gebirge *fl.*			auf 1 *cbm* Salzgebirge *fl.*	in 8stündiger Schicht *fl.*	
beim Streckenbetrieb	16.64 bis 17,13	3,53 bis 3,82	2,73 bis 2,98	12,00 bis 13,18	3,53 bis 3,82	1,275 bis 1,295	2,30 bis 2,42
Soolerzeugungswerk	—	0.405 bis 1,629	0,46 bis 0,49	2,039 bis 2,176	0,60 bis 0,641	1,287 bis 1,306	0,805 bis 1,027

Die Strecken haben einen Querschnitt von 2,8 *qm*, die Sinkwerke eine Höhe von 1,9 *m* (in Ischl 2,1 *m*).

In Ischl arbeitet das Personal acht Stunden, in Hallstadt nur sechs Stunden. Die reine Bohrzeit in der sechsstündigen Schicht beträgt

Digitized by Google

$1\,^1/_2$ Stunden. Die Ischler und Hallstädter Erfahrungen zeigen, daſs der elektrische Bohrbetrieb in Ischl in der Leistung dem Hallstädter Handbohrbetriebe im Verhältnis von 3 zu 2 überlegen ist, daſs der letztere aber billiger ist als das elektrische Bohren.

In Leistung und Gedinge ist das Handbohren dem elektrischen überlegen, wenn nur eine von zwei Mann bediente elektrische Bohrmaschine benutzt wird. Vorteilhafter wird letzteres in Beziehung auf die Leistung erst dann, wenn je zwei von drei Mann zu bedienende elektrische Bohrmaschinen angewendet werden.

Umfassende Versuche mit elektrischen Drehbohrmaschinen verschiedener Systeme sind für den Hallstädter Werksbau in Aussicht genommen [1]).

Nach den Erfahrungen in Ischl und Hallein brechen die biegsamen Wellen leicht an der Stelle, wo sie in den Endhülsen eingelötet sind. Man hat die Hülsen deshalb verlängert und hilft dem Übelstande damit ab, daſs man die Stellen öfters nachlötet und gut einfettet.

Der häufige Bruch der biegsamen Welle hat Anlaſs gegeben, die Motoren unmittelbar an der Spannsäule der Bohrmaschine anzubringen, so daſs eine unmittelbare Kuppelung möglich ist. Derartige Maschinen haben sich bei Versuchen bereits bewährt.

Bei dem schnellen Laufe der elektrischen Bohrmaschinen entwickelt sich viel Salzstaub aus dem Bohrmehl, der die Arbeiter belästigt. In Ischl wendet man zur Beseitigung des Staubes eine Wasserbrause an, die man einige Sekunden gegen den Ortsstoſs oder gegen einen Haufen Berge wirken läſst. Die Luft wird dann sogleich erfrischend gereinigt. Um die Drahtleitungen gegen Rost bei feuchter Luft zu schützen, werden sie öfter mit erwärmtem Asphaltlack bestrichen.

Auf dem Salzwerke zu Heilbronn verwendet man zum Betriebe der Bohrmaschinen Preſsluft. Zu dem Zwecke hat man Abbauräume im Salzlager zur Herrichtung von Luftbehältern benutzt. Diese sind 85 *m* lang, 15 *m* breit, 17 *m* hoch. Jeder Luftvorratsraum faſst 21 700 *cbm* Luft von 4 *Atm.* Spannung für eine Leistung von 10 000 Stunden-Pferdekräfte. Bei den zu diesen Luftbehältern auf der dritten Bausohle eingerichteten Abbauräumen bleiben auf den Seiten 8 *m* starke Sicherheitspfeiler gegen die Strecken stehen. Die 8 *m* langen Zugangsstrecken sind 2 *m* hoch und 1,5 *m* breit. Auch auf der zweiten Abbausohle führt eine Strecke durch den Pfeiler zu den Abbauräumen. Die Strecken sind durch luftdichte Cementmauerung geschlossen, in die 10 *cm* starke, guſseiserne Röhren eingelegt sind. Die beiden Röhren auf der dritten Bausohle dienen zur Ableitung der Preſsluft zu den Bohrmaschinen, die in der zweiten Bausohle eingelagerte Röhre führt die geprefste Luft von der Luftdruckmaschine dem Luftbehälter zu.

---

[1]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 226; 1899, **47**, 237.

Digitized by Google

Die Wandungen der Zugangsstrecken werden mit Meifsel und Hammer geglättet und dann vier- bis fünfmal mit Steinkohlentheer überstrichen. Daran schliesst sich die Mauerung [1]).

Sprengmittel.

Als Sprengmittel dient in der Regel grobkörniger Sprengsalpeter, aus 72 *Pzt.* Natronsalpeter, 14 *Pzt.* doppelt raffinirtem Schwefel und 14 *Pzt.* präparirter englischer Steinkohle bestehend, auch brennbarer Salpeter, vom Fabrikanten Patentpulver genannt [2]). Nach einer anderen Zusammensetzung besteht der Sprengsalpeter aus

65 *Tln.* Natronsalpeter,
4 „ Kalisalpeter,
12 „ Schwefel,
19 „ Kohlenpulver.

In Inowrazlaw verwendet man Roburit.

Der Sprengsalpeter wird kilogrammweise in Papierhüllen oder in der für die besonderen Sprengzwecke passenden Patronenform und dann zu 50 *kg* in Holzkisten verpackt und kostet an der Verwendungsstelle 22,5 bis 26 *Mk.* der Centner. Bei einem 40 bis 50 *mm* weiten Bohrloche von $^1/_2$ bis 2 *m* Tiefe verbraucht man $^1/_4$ bis $1^1/_4$ *kg* Sprengsalpeter. Man fertigt Patronen, indem man ungeleimtes Papier um ein rundes Holz von etwas geringerer Dicke als die Weite des Bohrloches zu einer Hülse wickelt, darein den Sprengsalpeter schüttet, vor der völligen Anfüllung eine Zündschnur einführt, an deren Ende man, um ein Herausziehen zu verhüten, einen Knoten macht, und die Hülse an den Enden zudrückt. Diese mit Zündschnur versehene Patrone bringt man mit einem Ladestock oder Holzstampfer auf die tiefste Stelle des Bohrloches und setzt, je nach dessen Tiefe und der Stärke der abzusprengenden Salzmasse, eine oder mehrere Patronen bis zu 60, 70 und mehr Centimeter Sprengstofffüllung ein. Auf die Sprengladung bringt man von dem Salzbohrmehl als Besatz darauf, indem man sich dazu der hohlen Hand oder einer passenden Blechhülse bedient, oder auch das Salzmehl in Papierpatronenhülsen füllt und in das Bohrloch hineinschiebt. Damit sich das Bohrmehl fester zusammenpressen läfst, feuchtet man es vorher ein wenig an. Den Besatz stöfst man mit einem Metallstampfer unter Anwendung eines Fäustels fest in das Bohrloch ein, bis dies angefüllt ist. Während dieser Arbeit spannt der Häuer die Zündschnur etwas straff, damit sie beim Einstampfen nicht im Wege ist und durch das Stofsen verletzt wird, was zur Folge haben würde, dafs die Zündungsmasse unterbrochen und der Schufs versagen würde. Eine im Fufse des Stampfers angebrachte Nut bewegt sich dabei längs der Zündschnur. Wenn der Schufs völlig besetzt ist, wird die Zündschnur so weit abgeschnitten, dafs ein Ende von 10 bis 15 *cm* über das Bohr-

[1]) *Ö. Z.* 1899, **47**, 133, 149 (*A. Iean*).
[2]) *Berggeist*, Jahrg. 1865, Nr. 90.

Digitized by Google

loch vorsteht. Vor dem Wegthun des Schusses wird alles Arbeitsgeräte, das Gezähe, in Sicherheit gebracht und die Zündschnur an dem vorstehenden Ende mit der Grubenlampe angezündet, worauf sich auch der Arbeiter in Sicherheit in eine zurückliegende Strecke begiebt. In der Regel werden mehrere Schüsse hinter einander vorbereitet und zugleich weggethan. Um zu erreichen, dafs die Zündschnur schnell Feuer fängt, was beim gleichzeitigen Wegthun mehrerer Schüsse wichtig ist, und dafs der aus der Zündschnur hervorsprühende Feuerstrahl nicht das Grubenlicht auslöscht, befeuchtet man mitunter das Ende der Schnur mit Petroleum, wodurch eine gröfsere Sicherheit der Entzündung erreicht wird.

Verbraucht werden an Sprengsalpeter beim Streckenbetriebe etwa $1^1/_6$ bis $1^1/_3$ *kg* auf 1 *cbm* oder 0,6 *kg* auf 1000 *kg* Salz, beim Nachschiefsen der Firste $^1/_3$ *kg* auf 1 *cbm* oder 0,16 *kg* auf 1000 *kg* Salz.

Gegenüber dem gewöhnlichen Sprengpulver hat der Sprengsalpeter den Vorzug langsamerer Gasentwickelung, demnach einer weniger brisanten Wirkung und geringeren Rückstandes, wodurch er sich zur Verwendung bei der Steinsalzgewinnung besonders eignet.

Auf dem Kaliumsalzbergwerke Schmidtmannshall bei Aschersleben hat man statt körnigen Sprengsalpeters komprimirten Sprengsalpeter mit günstigem Ergebnis versucht. Die cylinderförmigen Körper haben 26 *mm* Länge, 22 oder 37 *mm* Durchmesser, je nach der Weite der durch Handbetrieb oder Maschinenbetrieb hergestellten Bohrlöcher. In der Längsachse des Cylinders ist ein Kanal für die Zündschnur ausgespart. Die Sprengstoffcylinder werden über die Zündschnur gezogen, die unten einen Knoten erhält. Während 50 *kg* gewöhnlicher Sprengsalpeter 22,50 *Mk.* kosten, ist der Preis für komprimirten Sprengsalpeter 25 *Mk.* Die Verbrauchsmenge war jedoch bei letzterem um $^2/_9$ niedriger als bei dem körnigen Sprengsalpeter[1]). Versuche in Stafsfurt haben allerdings ein günstigeres Ergebnis gegenüber gewöhnlichem Sprengsalpeter nicht gezeigt.

Beim Salzbergbau der Gewerkschaft Hercynia hat man auch die Sprengstoffe Dahmenit und Progressit versucht, jedoch keine günstigen Erfolge gehabt[2]).

Ein neuer Sprengstoff wird von der Westfälisch-Anhaltischen Sprengstoff-Aktiengesellschaft gefertigt, der sich für weiches Gestein und auch für Steinsalz eignen und einige Vorzüge vor dem Sprengsalpeter, gröfsere Sprengwirkung und mindere Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit haben soll. Die Entzündungstemperatur wird als um 50 *Pct.* höher liegend angegeben. Er verbrennt mit ruhiger Flamme, ohne Zischen und Feuersprühen, und die sich entwickelnden Gase sind wenig belästigend.

---

[1]) *Pr. Z.* 1885, **33**, 217.
[2]) *Pr. Z.* 1898, **46** (V. u. V.).

Digitized by Google

Die Zusammensetzung ist:

69 *Tle.* Natronsalpeter,
5 „ Kalisalpeter,
10 „ Schwefel,
15 „ Steinkohlenpech,
1 *Tl.* doppeltchromsaures Kalium,

letzteres noch als Sauerstoff abgebender Körper[1]).

Beim Nachschiefsen der Firste fällt das Steinsalz in stärkeren Blöcken, die mit schwerem eisernem Hammer zerschlagen, zuweilen auch noch durch Sprengschüsse zerkleinert werden müssen. Um das Schienengeleise, auf dem sich die Förderwagen bewegen, an der Arbeitsstelle vor der Zerstörung durch herabstürzende Salzblöcke zu schützen, legt man neben oder zwischen die Schienen längere starke Rundhölzer, die den Stofs auffangen.

Förderung.

Zur Förderung des gewonnenen Guts wendet man gewöhnlich aus Schmiedeeisenblech gefertigte vierrädrige Kastenwagen an, die auf eisernen Schienengleisen laufen. Sie fassen bis zu 0,8 *t* Salz. Das Flügelschienenprofil nimmt man bei der gröfseren Abnutzung durch die zerstörende Wirkung des Salzes zweckmäfsig stark. In Wieliczka sind die gebräuchlichen Schienen 52 *mm* hoch mit 44 *mm* breitem Fufs, 8 *mm* starkem Steg und 26 *mm* breitem Kopfe. Das laufende Meter wiegt 7,5 *kg*. Der Eisenrost färbt die Sohle der Förderstrecken ziegelrot.

In dem Salzbergwerk zu Heilbronn haben alle Strecken doppelte Gleise aus eisernem, auf Holzschwellen befestigtem Schienengestänge mit 500 *mm* Spurweite. Die Förderwagen bestehen aus Eisenblechkasten, die 1,25 *m* lang, 0,625 *m* breit, 0,65 *m* hoch sind. Die ganze Wagenhöhe ist 1 *m*. Das Gewicht des leeren Wagens beträgt 265 *kg*, die Nutzlast 625 *kg*. Die Kasten sind durch U-Eisen mit den Achsen verbunden. Die Achsen sind nach *Evrard*schem Patente ausgeführt. Je drei Schlepper sind zu einer Kameradschaft vereinigt, von diesen hat einer den Wagen zu laden, der andere hält die Berge aus und der dritte fährt den Wagen zum Füllort.

In Wieliczka[2]) wendet man zum Fortschaffen von Bergen und Salzstöcken aus den unter der Förderstrecke gelegenen Bauen Tragsäcke und Tragmäntel aus Hanf an (tragende Förderung). Die Tragsäcke fassen 12 *cbdm* und werden auf dem Rücken getragen. Der Tragmantel wird dem Arbeiter auf den Rücken gelegt, darüber das Salzstück, über das eine Schnur gezogen wird. Bei der rollenden Förderung verwendet man Handkarren (Schubkarren mit einem Rad), ungarische Hunde und Förderwagen. Die Karren haben 31 *Liter* Fassungsraum und sind mit einem 35 bis 40 *mm* breiten Rade von

[1]) *Industrie* 1898, S. 1649.
[2]) *E. Windakiewicz*, Wieliczka, S. 85.

Digitized by Google

32 *cm* Durchmesser versehen. Der ungarische Hund ist seit 1786 in Gebrauch. Die Räder haben je zwei und zwei 22 und 12 *cm* Durchmesser und einen Radstand von 39 *cm*. Die Radreifen sind 40 *mm* breit. Der Kasten faſst 60 *Liter*. Zum Transport von Naturalstücken werden auch Hunde von längerer Form ohne Kasten, die mit einer Handhabe am hinteren Ende versehen sind, gebraucht. Der Radstand ist 60 *cm*. Ein derartiger Hund faſst sieben Salzstücke der oben (S. 398) beschriebenen Form. Die Spurweite der Bahnen ist 79 *cm*.

Die Förderwagen haben eiserne Kasten für Bruch- und Minutiensalz oder keine Kasten, wenn Naturalstücke gefördert werden. Die Kastenwagen wiegen 285 *kg*, deren Ladung 700 *kg*, der Rauminhalt ist 0,521 *cbm*. Die Wagen ohne Kasten wiegen 235 *kg*, deren Ladung 800 *kg*, und es werden 21 oder 22 Naturalstücke auf einen Wagen geladen.

Diese Förderwagen haben Gusſsstahlräder von 38 *cm* Durchmesser bei 43 *cm* Radstand. Die Achsen sind mit dem Gestell fest verbunden, die Räder sind beweglich. Die Gestelle sind aus Holz, die Kasten aus 4 *mm* starkem Bessemerblech gefertigt. Diese sind unten halbrund, am oberen Rande versteift und mit dem Gestelle fest verbunden. Sie sind 120 *cm* lang, 80 *cm* breit, 60 *cm* hoch. Eine sich nach aufwärts öffnende Thür mit Schubriegel erleichtert die Entleerung. Ein in der Radnabe gebohrtes Loch dient zum Schmieren, innen ist die Nabe zur Aufnahme der Schmiere bei der Lochmündung etwas ausgehöhlt, um mehr Schmiermasse aufnehmen zu können. Das Schmierloch wird durch eine Schraube geschlossen. Ein Förderwagen mit Kasten kostet 50 bis 70 *fl.*, ein Wagen ohne Kasten 50 *fl.* Ein ungarischer Hund kostet 12 *fl.*, ein Schubkarren etwa 2 *fl.*

Gewöhnlich werden vier Förderwagen zu einem Zuge zusammengekoppelt, der von einem Pferde gezogen wird. Die Pferde verbleiben in Stallungen in der Grube.

Die Leistung bei der Förderung ist in Wieliczka folgende:

1 Meterspiegel Salz liefert 9100 *kg* Salz. Damit werden 133 Karren oder 71 ungarische Hunde oder 332 Tragsäcke oder 12 bis 13 Förderwagen beladen. Ein Mann kann in achtstündiger Schicht 12 bis 13 Kasten mit Salzklein und etwa 16 Kasten mit Stücken füllen. Auf 1 *m* Streckenvortrieb kostet in Wieliczka die Förderung 3 *fl.* 07 *kr.* bis 3 *fl.* 15 *kr.*, auf 1 *t* Salz beim Abbau 0,54 bis 0,80 *fl.*

Auf dem Salzwerke zu Heilbronn hat man für die Einrichtung der Schachtförderung folgende Berechnung aufgestellt. In zwei achtstündigen Schichten sollen 1000 *t* Salz gefördert werden. Dazu werden zwei Förderkörbe mit je zwei neben einander stehenden Förderwagen benutzt. Jeder Wagen faſst eine Nutzlast von 625 *kg*, so daſs jeder Förderkorb bei jedem Aufzuge 1250 *kg* bringt. Um 1000000 *kg* zu fördern, sind also 800 Aufzüge nötig. Für jeden Aufzug sind 30 Sekunden erforderlich (bei 207,4 *m* also 6,9 *m* Fördergeschwindigkeit

Digitized by Google

in der Sekunde), für An- und Abschlagen ist ebensoviel Zeit erforderlich, also 1 Minute für jeden Aufzug. Für die ganze Förderung sind also 800 Min. = 13 Stunden 20 Min. erforderlich. Auf die Schichtdauer von 16 Stunden können also noch zwei Stunden 40 Min. auf Unterbrechungen fallen. Die Förderabteilungen waren mit 1750 *mm* Breite und 1560 *mm* Länge für die Förderung zu bemessen gewesen, wobei ein Schachtdurchmesser von 4 *m* genügte. Der Schacht ist mit 5 *m* Durchmesser hergestellt, um noch eine Hülfsförderung einzubauen.

Durch hölzerne, in der Schachtmauer verlagerte Einstriche ist er in zwei gröfsere und zwei kleinere Fördertrümmer, ein Fahr-, ein Signal- und ein Wettertrumm geteilt. Zur Führung der Förderkörbe sind an den Einstrichen hölzerne Leitbäume befestigt. Das eiserne Seilscheibengerüst besteht aus gitterartig verbundenen Schienen und ruht auf vier schmiedeeisernen Trägern. Es wird von zwei eisernen Gitterstreben unter einem Winkel von 60°, entsprechend der Richtung der resultirenden Kraft, gestützt. Die Gitterstreben sind in Mauerfüfsen mit Ankerschrauben befestigt. Auf dem Gerüste befinden sich zwei Seilscheibenbühnen, eine obere zur Lagerung von zwei grofsen Seilscheiben von 5 *m* Durchmesser und einer kleineren Seilscheibe von 3 *m* Durchmesser, eine untere Bühne für eine zweite kleinere Seilscheibe von 3 *m* Durchmesser. Entsprechend den beiden grofsen Fördertrümmern sind die beiden grofsen Seilscheiben neben einander, entsprechend den kleinen Fördertrümmern, die kleinen Seilscheiben für die Hülfsförderung hinter und über einander verlagert.

Die Fördergestelle der Hauptförderung, die zwei Förderwagen neben einander aufnehmen und aus Schmiedeeisen gefertigt sind, haben eine Breite von 1560 *mm* und eine Tiefe von 1360 *mm*; sie wiegen 1600 *kg*. Das Verhältnis des Gewichtes eines beladenen Fördergestelles zu dem des leer gehenden ist 2,1 : 1, das Verhältnis der Nutzlast zum Gewicht des belasteten Fördergestelles wie 1 : 2,9. Die Förderwagen stehen auf Winkeleisenschienen in einem Abstande von 300 *mm*, wodurch es sich ermöglicht, dafs die Leitbäume für die Gestelle an den Kopfenden auch an den Füllörtern und der Hängebank ununterbrochen durchlaufen. Die Gestelle sind mit Fangvorrichtung versehen, die in die Schachtleitung eingreift. Ein Unterseil zur Seilgewichtsausgleichung ist an dem unteren Ende der Königsstange angeschlossen. Ueber der Königsstange ist eine *Ormerod*sche Seilauslösungsvorrichtung[1]) eingeschaltet. Für diese ist unter jeder Seilscheibe ein Fanghut angebracht.

Als Förderseile benutzt man Rundseile von 33 *mm* Stärke aus Tiegelgufsstahldraht. Sie bestehen aus acht Litzen zu 12 Drähten von 2,2 *mm* Stärke und wiegen auf 1 *m* Seillänge 3,4 *kg*.

Die Hauptfördermaschine ist eine direkt wirkende, liegende

[1]) *P. J.* 1868, **189**, 30; 1876, **220**, 209; *B.- u. H. Z.* 1876, S. 303.

Digitized by Google

300pferdige Zwillingsmaschine mit Ventilkonussteuerung. Sie wird durch eine Dampfbremse und, wenn diese versagen sollte, durch eine Fallbremse, die durch Auslösen eines Gewichtes wirksam wird, still gesetzt. Die Dampfbremse wird selbstthätig vom Teufenzeiger aus in Wirksamkeit gesetzt, sobald als der Korb über die Abzugsbühne hinausfährt. Falls die Bremsen versagen sollten, wirkt die Seilauslösungsvorrichtung in dem Fanghute. Der Teufenzeiger ist mit Signalvorrichtung und Dampfmanometer versehen. Die Dampfcylinder haben 730 *mm* inneren Durchmesser, der Hub beträgt 1400 *mm*. Die cylindrischen Seiltrommeln haben 5 *m* Durchmesser [1]).

Auf dem Salzbergwerke der Konsolidirten Alkaliwerke zu Westeregeln hat man im Jahre 1898 eine Fördermaschine mit elektrischem Antrieb eingerichtet. Ausgeführt ist die Anlage von *Siemens u. Halske* in Charlottenburg und von der Nordhäuser Maschinenfabrik *Schmidt, Kranz u. Co.* Der Antrieb erfolgt durch einen Gleichstrommotor für 500 *Volt* Spannung mit höchster Leistung von 100 Pferdekräften. Die Seiltrommeln haben 1,5 *m* Durchmesser und werden durch ein zweifaches Rädervorgelege vom Elektromotor angetrieben. Zur Sicherung dient eine elektromagnetische Bremse. Diese wirkt selbstthätig, wenn die elektrische Spannung versagt, sonst durch Hebelstellung. Mit einem einzigen Hebel wird die Bremse angezogen, die Umsteuerung und die Regelung der Geschwindigkeit bewirkt. Dies vollzieht sich noch besser als bei Dampf oder Druckluft.

Die Anlage dient zur Förderung und Fahrung in einem 140 *m* tiefen blinden Schachte.

Elektrische Grubenbahnen hat man im Salzkammergut gebaut. Eine elektrische Grubenbahn besitzt Neu-Staßfurt, seit Herbst 1898 auch das Kalibergwerk Wilhelmshall. Auch elektrisch betriebene Haspel- und Fördermaschinen kommen in Anwendung. Auf den Salzbergwerken zu Leopoldshall, Neu-Staßfurt und Glückauf bei Sondershausen sind derartige von der Nordhäuser Maschinenfabrik und Eisengießerei *Schmidt, Kranz u. Co.* gelieferte Fördereinrichtungen in Gebrauch.

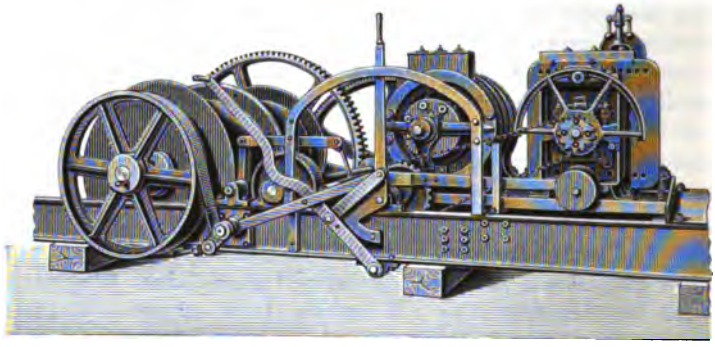
Fig. 86 (a. f. S.) stellt einen auf dem Kaliwerke Glückauf bei Sondershausen betriebenen Förderhaspel dar, der an der Trommel eine Zugkraft von 750 *kg* hat und allein mit dem in der Figur sichtbaren, senkrecht stehenden Steuerhebel bedient wird. Durch Verlegen des Hebels wird die Bremse gelüftet und zugleich der Umschalter des Elektromotors in Thätigkeit gesetzt. Der Motor läuft an und schaltet dann mittels des in der Figur ersichtlichen Kugelregulators die Widerstände allmählich aus, so daß ein ruhiger Lauf erzielt und gefährliche Stromstöße vermieden werden. Die eine Trommel ist fest, die andere mit Kuppelstiften auf der Welle befestigt, so daß beide nach Bedürfnis

[1]) *Pr. Z.* 1897, 45, 139 (*Lichtenberger*).

Digitized by Google

gegen einander verstellt werden können. Aufser der Betriebsbremse ist noch eine besondere Bandbremse vorhanden, die an einer auf der Trommelwelle angebrachten Bremsscheibe wirkt. Falls ein Bruch im Räderwerk vorkommt, kann durch diese Bremse weiteres Unglück verhütet

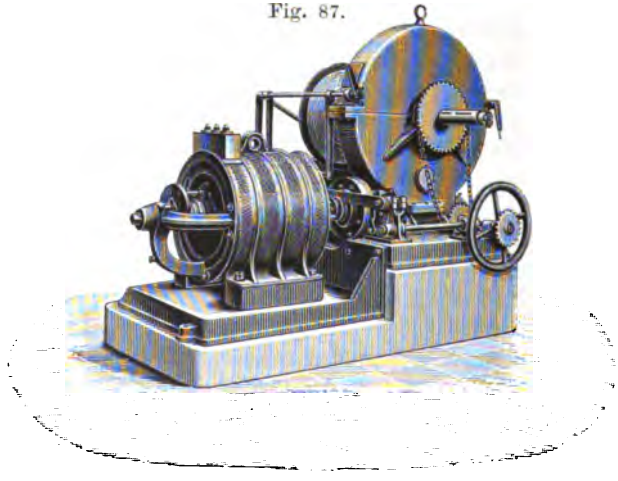
Fig. 86.



werden. Durch eine Vorrichtung wird verhindert, dafs diese Bremse angezogen werden kann, solange Strom im Elektromotor vorhanden ist.

Einen ähnlichen elektrisch betriebenen Haspel hat man auf dem Herzogl. Salzbergwerke zu Leopoldshall in Betrieb. Dort liegen jedoch

Fig. 87.



die Antriebapparate, um Raum zu sparen, über dem Motor und über den Trommeln und sind auf einem leichten, eisernen Gerüste angebracht.

Für einen Doppelaufzug im Salzbergwerke Neu-Stafsfurt dient der in Fig. 87 abgebildete Haspel. Er hat ein Schneckenradgetriebe und ist mit verschiedenen Sicherungen versehen, wie Schrauben-Endausrückung und Ausrückvorrichtung, die für den Fall in Thätigkeit tritt, wenn die Seile schlaff werden.

Digitized by Google

Grubenwasser.

Solange in den Steinsalzbergwerken die hangende Salzbank über den abgebauten Räumen und die schützenden Gebirgsschichten unzerklüftet bleiben, dringen keine Wasser in die Grubenräume. Die Schächte werden in den wasserführenden Gebirgsschichten wasserdicht ausgemauert oder mit eisernen Schachtringen wasserdicht ausgebaut. Die im Schachte dann noch durchsickernden Wasser werden im Schachtsumpfe oder in einer höher gelegenen Strecke aufgefangen und in Kasten, wenn es sich um sehr geringe Mengen handelt, sonst durch Pumpen zu Tage gehoben. Sollen sie als Druckwasser zur Wasserspritzarbeit verwendet werden, so sammelt man sie in einem höheren Teile des Schachtes an und führt sie in die Druckwasserleitung.

Um das Durchbrechen des Deckgebirges und dabei zu befürchtende Wasserdurchbrüche zu verhüten, sind bergpolizeilich, wie oben bereits angeführt, bestimmte Grenzen für die Ausdehnung der beim Abbau entstehenden Weitungen oder die Ausfüllung der Räume mit Bergen vorgeschrieben. Um die Bergwerke vor Wasserdurchbrüchen aus Nachbarwerken zu schützen, werden auf der Grenze der Bergwerke, der Markscheide, Sicherheitspfeiler stehen gelassen, die nur unter Anwendung besonderer Sicherungen durchörtert werden dürfen.

Eine Polizeiverordnung des preufs. Oberbergamtes zu Halle schreibt bei einer Teufe von 100 bis 500 *m* eine mit der Teufe zunehmende Stärke der Sicherheitspfeiler von 40 bis 100 *m*, rechtwinklig auf die Markscheide gemessen, vor. Bei Bergwerken, in denen das Salz durch Auflösung gewonnen wird, müssen Sicherheitspfeiler von doppelter Stärke unverritzt bleiben, so dafs zwischen zwei solchen Soolbergwerken bei mehr als 500 *m* Teufe Pfeilermassen von 400 *m* Stärke anstehen bleiben müssen.

Die den Grubenräumen zuströmende frische Luft überzieht, besonders im Sommer, wo sie viel Wasserdunst enthält, die kühleren Stöfse der Grubenstrecken und Abbauräume mit feinem Tau, so dafs fortwährend etwas Salz gelöst wird. Die Salzstöfse in den älteren Bauen, besonders da, wo die frische Luft zunächst eintritt, sehen wie ausgewaschen aus. In den Abbauräumen wittern an den Sicherheitspfeilern die Zwischenmittel, deren Schichtungen das Wasser folgt, heraus.

Um die zerstörende Wirkung der Luft auf die der Sicherheit dienenden Salzpfeiler zu beschränken, und die allmählich eintretende Zerklüftung zu verhüten, hat man in Stafsfurt die Pfeiler mit einem Gemisch von Lehm mit Stroh oder mit Cementmörtel berappt und dadurch einigen Schutz, jedoch nicht von langer Dauer, erzielt.

Auch in Wieliczka hat man da, wo stark abbröckelnder Letten auftritt, Firsten und Ulmen mit Cement leicht beworfen. Der Cement hält fest, wenn keine Wasser zusitzen. Flächen im anstehenden Salze

Digitized by Google

wurden mit Ziegeln und Cement vermauert und mit Cement bis zur Höhe der auf der Soole lagernden Süfswasserschicht beworfen [1]).

Wetterführung.

Die Zuführung der frischen Luft, die Wetterführung, geschieht bei weniger ausgedehnten und nicht besonders tiefen Grubenbauen auf natürlichem Wege selbstthätig dadurch, dafs von zwei vorhandenen Schächten der eine Schacht einzieht, der andere auszieht. Ist nur ein Schacht vorhanden, oder sind die Grubenbaue sehr ausgedehnt und sehr tief, so ist künstliche Bewetterung unter Verwendung von Ventilatoren erforderlich, wobei in der Regel saugende Ventilatoren (Guibal: Neustafsfurt, Pelzer: Heilbronn) angewendet werden. In dem Schachte des Salzbergwerks zu Heilbronn [2]) befinden sich vier Förderabteilungen, eine Fahrabteilung, eine Signalabteilung und eine Wetterabteilung. Der Wettertrumm ist 4 *qm* grofs. Er ist durch eine dichte, doppelte Bretterwand von den übrigen Schachttrümmern getrennt. Der Wetterzug fällt durch die übrigen sechs Trümmer ein und zieht durch den Wettertrumm aus. So lange als noch kein Ventilator zur Ansaugung der Wetter aufgestellt war, half man sich dadurch, dafs der ausziehende Wetterstrom durch den Abdampf der unterirdischen Wasserhaltungsmaschine erwärmt wurde und dafs man an feuchtwarmen Sommertagen auch den Kamin der Dampfkesselanlage mit ansaugen liefs. Auch die Leitung für den frischen Dampf liegt im Wettertrumm und giebt Wärme an den ausziehenden Luftstrom ab. Als die Leitungen für den frischen Dampf und für den Abdampf zur Vermeidung von Wärmeverlusten isolirt wurden und der Schornsteinzug für die Betriebszwecke vollauf in Anspruch genommen wurde, reichte der natürliche Wetterzug zwar für den Winter noch aus, nicht aber für die wärmere Jahreszeit. Die hierbei ergänzend wirkende Ventilatoranlage ist so gelegen und eingerichtet, dafs die wärmeren abziehenden Wetter den Kesselfeuern zugeführt werden und hier als Unterwind wirken. Der Ventilator hat 1,6 *m* Flügeldurchmesser und macht bis zu 270 Umdrehungen in der Minute, wobei bis 1230 *cbm* Luft in der Minute aus dem Schacht angesaugt werden.

Für die ausgedehnten Grubenräume des Salzbergwerks zu Wieliczka begnügt man sich mit natürlicher Bewetterung und regelt die Luftzuführung durch Wetterthüren. Die Temperatur der Grubenluft ist dort 12 bis 14° *C.*

Wo das Salzlager nur mit einem einzigen Schacht aufgeschlossen ist, müssen die Wetter durch denselben Schacht ein- und ausziehen. Dann ist künstliche Ventilation und der Einbau eines Wetterscheiders im Schachte erforderlich.

---

[1]) *Ö. Z.* 1897, 45, 128.

[2]) *Fr. Buschmann*, Die Grubenventilatoranlage auf dem Salzwerk Heilbronn. *Z. d. V. deutsch. Ing.* 37, 29.

Digitized by Google

Auf der neuen Schachtanlage des preufsischen Fiskus bei Tarthun hat man im Interesse gröfster Zuverlässigkeit und Feuersicherheit für den Schacht Eisenausbau angewendet und den Wetterscheider aus einer 25 *mm* starken, mit Spiraldrahtgewebe armirten Cementwand hergestellt[1]).

Das Drahtgeflecht besteht aus zähem, schwarzem Stahldraht von 2 *mm* Stärke und 20 *mm* Maschenweite. Die Windungen verlaufen in wagerechter Richtung spiralig und haben im Queraufrifs die Form einer dem Kreise sich nähernden Ellipse mit einer Länge der wagerechten Achse von 13 *mm*. Die Form des Geflechts hatte sich aus den Versuchen als zweckmäfsigste ergeben. Stahldraht wurde statt Eisendraht deshalb gewählt, weil er elastischer ist und weniger leicht rostet.

Das Gewebe wurde an dem Eisengerüst der Schachtscheider mittels Draht befestigt, und zwar wurde es auf der Seite des Fördertrumms in Feldern von 3,38 *m* Breite und 5 *m* Höhe, auf der Seite des Fahrtrumms in Feldern von 1,84 *m* Breite und 5 *m* Höhe ausgespannt. Vor dem Befestigen wurde das noch ölige Drahtgeflecht in Sodalauge gereinigt und mit Wasser abgespült. Der Cementmörtel wurde von unten nach oben und von beiden Seiten zugleich auf das ausgespannte Geflecht mittels Mauerkelle und Reibebrett aufgebracht. Nach dem Erhärten der ersten Berappung wurde nachgebessert, Ecken und Auflager auf den Einstrichen schräg ausgeputzt und die Wand zuletzt mit Cementmilch glatt gerieben.

In 24 Stunden konnten mit $^3/_3$ Schichten und je 15 Arbeitern 7,5 steigende Meter Schacht- und Wetterscheider nebst Fahrbühne und Fahrtrummverschlag hergestellt werden. Ein steigendes Meter Wetterscheider kostete 78,59 *Mk.* (1 *qm* etwa 15 *Mk.*), gegen etwa 45 *Mk.* für hölzernen Verschlag und 105 *Mk.* für Verschlag aus 5 *mm* starken Eisenplatten.

Gefährliche, explosible oder gesundheitsschädliche Gase treten in Steinsalzbergwerken in gröfseren Mengen nur selten auf. Kohlenwasserstoffgase zeigen sich häufiger in den Grubenbauen zu Wieliczka, machen sich durch Prasseln und Zischen bemerkbar und werden in der Regel abgebrannt. Ein starker Gasausbruch erfolgte z. B. im Jahre 1828, der entzündete Gasstrom brannte wochenlang mit starker Flamme von $1^1/_2$ *Fufs* Durchmesser[2]). Eine Explosion schlagender Wetter hatte das Steinsalzbergwerk zu Akna-Szlatina in Ungarn am 28. August 1896 zu verzeichnen. Dort hat man gegen die Gefahren zusitzender Wasser zu kämpfen, die an unbekannten Stellen in die Salzmasse eingedrungen sind und unterirdische Wasserbecken bilden. Es werden deshalb Strecken zur Aufschliefsung der Wasser in dem Auswaschungsgebiete auf-

[1]) *Pr. Z.* 1897, 45, 392.
[2]) *E. Windakiewicz*, a. a. O.

Digitized by Google

gefahren und Arbeiten zum vorsichtigen Ableiten nach einem Sammelbassin ausgeführt. Eine dieser Strecken hatte den Auswaschungshorizont seit langer Zeit erreicht und war 15 bis 20 *cm* hoch mit bituminösem Schmand gefüllt. Trotz guter Ventilation erfolgten an bezeichnetem Tage in der Strecke mit Zwischenzeit von zwei Stunden zwei Grubengasexplosionen durch Entzündung an offenen Grubenlampen. Das Grubengas drang aus einer Kluft in der Sohle der Strecke, die vermutlich mit Auswaschungshöhlen in Verbindung stand. Ein Zusammenbruch solcher Höhlen konnte die Gase unter Druck bringen und zum Ausströmen zwingen [1]).

Das Auftreten von Gasen ist besonders auch in den Klüften der Carnallitregion des Stafsfurter Salzlagers beobachtet worden. Das Gas entwich bei Eröffnung eines neuen Salzbergwerks in grofsen Mengen und brannte wochenlang mit meterlanger, gelber Flamme. *Reichardt* fand 1859 folgende Zusammensetzung des mit Luft gemischten Gases:

	I.	II.
Sumpfgas (CH_4)	8,26 *Rtle.*	8,46 *Rtle.*
Wasserstoff	2,48 „	3,07 „
Stickstoff	68,33 „	70,77 „
Sauerstoff	20,93 „	17,70 „
	100,00 *Rtle.*	100,00 *Rtle.*

Gas aus dem Knistersalze von Wieliczka ist 1851 von *Bunsen* und später das im Stafsfurter Salz enthaltene von *Bischof* untersucht worden, die folgende Zusammensetzung fanden:

	Bunsen	*Bischof*
Kohlenwasserstoff	84,60 *Rtle.*	85 *Rtle.*
Kohlensäure	2,58 „	3 „
Sauerstoff	2,00 „	12 „
Stickstoff	10,35 „	
	99,53 *Rtle.*	100 *Rtle.*

Bischof fand in 100 *Rtln.* Steinsalz 0,8 *Rtle.* und in 100 *Rtln.* Kaliumsalz 7,5 *Tle.* Gas.

Der Ursprung der Kohlenwasserstoffgase im Steinsalz wird in organischen Stoffen zu suchen sein, die bei der Bildung der Salzlager oder später in die Salzlager gelangten und zersetzt wurden. Die Beziehungen, die zwischen den Vorkommen von Petroleumlagern und Salzablagerungen an vielen Orten nachgewiesen sind, läfst das Auftreten von Kohlenwasserstoffen im Steinsalz nicht auffallend erscheinen.

Vorzugsweise Wasserstoff enthielten Gase, die sich aus einer im Schachte angesammelten Chlormagnesiumlauge entwickelten und nach *Precht*

[1]) *Gf.* 1896, S. 935 nach *A. Kremnitzky* in *Bány. és Koh. Lapok* von *L. Litschauer* in Schemnitz, 1896, Nr. 19.

Digitized by Google

93,053	*Rtle.*	Wasserstoff,
0,778	„	Sumpfgas,
5,804	„	Stickstoff,
0,180	„	Kohlensäure,
0,185	„	Sauerstoff,
Spur		Kohlenoxyd

enthielten. Nach ihm soll die Entstehung von Wasserstoffgas durch Zersetzung von Eisenchlorür in vorhandenem Eisenchlorür-Chlorkalium zu erklären sein, nämlich $6\,FeCl_2 + 3\,H_2O = 2\,Fe_2Cl_6 + Fe_2O_3 + 6\,H$, wobei zu beachten ist, dafs im Borazit und Tachhydrit wechselnde Mengen von Eisenchlorür und Eisenchlorid vorhanden sind, und im Carnallit nur Eisenoxyd enthalten ist, das von jenen Chlorverbindungen herstammt.

C. Aufbereitung des Steinsalzes und der Kaliumsalze.

Das Steinsalz wird in Stücken bis zu Centnerschwere in Grubenwagen zu Tage gefördert und dort in offene, mit Planen bedeckte oder mit Deckklappen versehene Eisenbahnwagen verladen, d. h. hineingestürzt und gleichmäfsig verteilt.

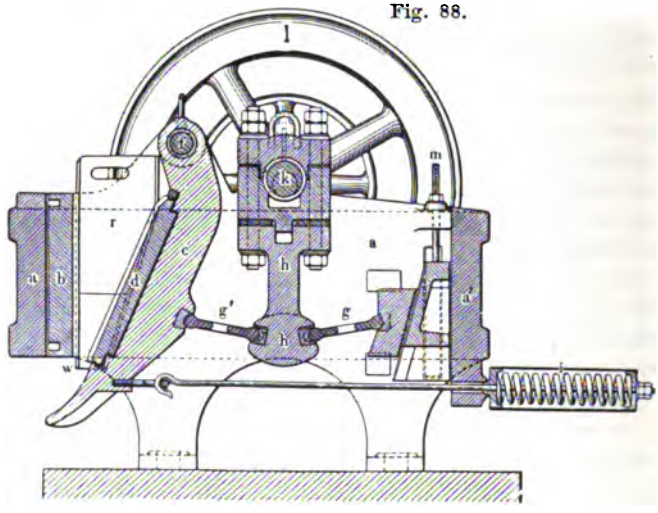
Das zu Viehsalz, zu Fabriksalz oder zu Speisesalz bestimmte Steinsalz wird über Tage in Quetschmühlen (Kegelmühlen, Glockenmühlen) zerkleinert, die nach Art der Kaffeemühlen eingerichtet sind. Beim Aufbringen auf die Quetschmühlen werden die gröfseren Steinsalzstücke mit dem Hammer zerschlagen. Bei gröfseren Anlagen wird das Fördergut zunächst auf feste oder bewegliche Rätter gestürzt, dadurch werden die gröfseren Stücke ausgehalten. Diese werden auf Backenquetschen (Steinbrechern) zerkleinert. Das Mahlgut gelangt, wenn noch unreine Teile ausgesondert werden müssen, auf ein Stofssieb, wo die gröberen Stücke, von Nufsgröfse an, ausgehalten werden, die dann zunächst auf Lesetische, entweder Rundtische, die sich um eine senkrechte Achse drehen, mit Abstreichvorrichtung, oder Lesebänder ohne Ende befördert werden. Dort werden die Berge (Anhydrit- und Gypsstücke) durch Arbeiter ausgelesen, das übrige wird mit dem durch das Stofssieb gefallenen Mahlgute wieder vereinigt. Dies gelangt nun auf Steinmühlen, die je nach dem zu erzielenden Korn gestellt werden, so dafs man Salz von feinster Körnung bis zu Maiskorngröfse erhalten kann.

Das beste Material für die Mahlsteine ist Granit oder stark quarzige Gesteine (französischer Sandstein, in Wieliczka Karpathen-Quarzstein). Die Mahlflächen sind mit radialen, geraden oder geschweiften Rippen (Einschlägen) versehen, die von Zeit zu Zeit mit Meifsel und Hammer nachgearbeitet werden müssen. Der untere festliegende Stein, der Bodenstein, ist 20 bis 25 *cm* stark, der obere bewegliche, der Laufstein, ist 45 bis 50 *cm* stark, er nutzt sich allmählich so weit ab, dafs er dann als Bodenstein verwendet wird. Die Einschläge sind nach der Drehachse zu etwas tiefer, um die gröberen Stücke zwischen

Digitized by Google

die Steine gelangen zu lassen, aufserdem liegen abwechselnd tiefere Einschläge neben allmählich flacher werdenden Einschlägen, so dafs das Mahlgut in keilförmig sich verengende Räume zwischen die Mahlflächen geschoben wird. Die richtige Herstellung dieser Einschläge ist wichtig für die Leistungsfähigkeit des Mahlganges. Zur Erzielung eines gleichmäfsigen Kornes müssen die Steine aufserdem richtig eingestellt sein. In der Mitte des Laufsteines über der Achse, die unterhalb des Bodensteines verlagert ist und dort ihren Antrieb von der Hauptwelle und der Betriebsmaschine erhält, liegt der Aufgebetrichter, der einem auf dem Kopfe der Achse befestigten und sich mit dieser drehenden Verteilungsteller mehr oder weniger genähert werden kann, um bei grober Körnung mehr, beim Feinmahlen weniger Mahlgut auf

Fig. 88.



den Stein gelangen zu lassen. Dieser Teller liegt in der inneren centralen Ausbohrung des Laufsteines, in der die Achse durch Arme gehalten wird, er schleudert das Salz bei der Drehung auf die Mahlflächen zwischen beiden Steinen. Auch sind die Mühlen so eingerichtet, dafs der obere Stein festliegt und der untere sich dreht (Unterläufermühlen).

Mühlen mit Eisen- oder Stahlläufern hat man in Wieliczka in Gebrauch genommen.

Um möglichst staubfreies Salz von gleichmäfsigem Korn zu erhalten, wird das Salz nach dem Vermahlen mitunter noch gesiebt.

Die Bauart der Backenquetschen oder Steinbrecher ist aus der Fig. 88 ersichtlich. $a\,a'$ ist ein fester, gufseiserner Rahmen. Dieser trägt auf einer Seite den festen Backen b, dem ein beweglicher, um die Achse f drehbarer Backen c gegenübersteht. Die Backen bestehen aus Gufseisen, sind jedoch mit kräftigen gewellten oder mit Rippen ver-

Digitized by Google

sehenen Platten *d* aus Schmiedeeisen oder Flufseisen belegt. Die Bewegung des Quetschbackens *c* gegen den Backen *b* wird durch den Kniehebel *h* mit den Armen *g g'* dadurch ausgeführt, dafs dieser durch die excentrische Welle *k* auf- und abwärts bewegt wird. Um den beweglichen Backen und den Kniehebel in den Gelenken fest zu halten, ist eine Zugstange mit der Spannfeder *i* angebracht. Der untere Rand des Brechmauls *r*, der Ausfallspalt *w*, kann mittels eines an dem hinteren Rahmenrand beweglichen Keiles, der sich mittels der Stellschraube *m* verschieben läfst, verändert werden, je nachdem man stärkere oder geringere Zerkleinerung wünscht. Zur Überwindung des Widerstandes und Ermöglichung einer gleichmäfsigen Bewegung dienen die zu beiden Seiten angebrachten Schwungräder *l*. Die Steinbrecher machen bis zu etwa 120 Touren in der Minute. Sie werden so aufgestellt, dafs sie mit dem oberen Rande des Brechmauls in der Ebene der Ausstürzbühne oder etwas tiefer liegen, so dafs das zu zerkleinernde Fördergut leicht aufgegeben werden kann.

Fig. 89.

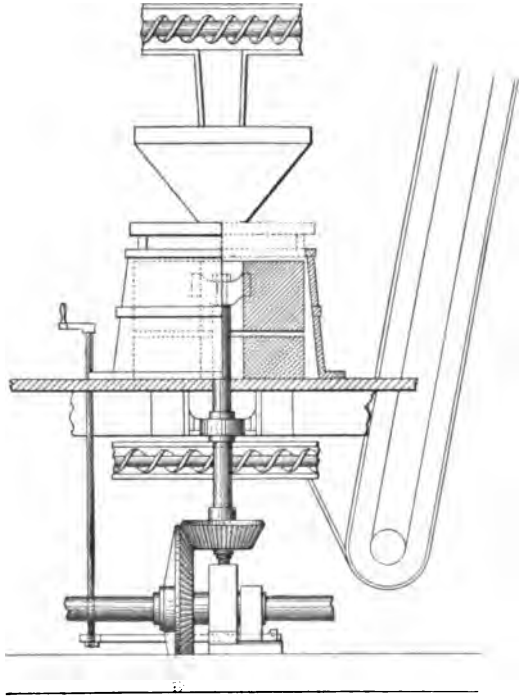
Die Form der Quetschmühlen und der Steinmühlen ist aus den Fig. 89 u. 90 (a. f. S.) ersichtlich. Bei den Quetschmühlen kann mittels der unteren Stellschraube der innere bewegliche, mit starken Rippen versehene Kegel etwas gehoben oder gesenkt werden, wodurch sich der untere Rand mehr der Wandung des konischen und ebenfalls mit Rippen versehenen Mahlrumpfes nähert oder davon entfernt, so dafs der Spalt für das Mahlgut enger oder weiter wird, und dementsprechend das Korn feiner oder gröber ausfällt.

Auch bei den Steinmühlen läfst sich durch eine Stellvorrichtung, z. B. durch Heben oder Senken des Fufslagers, der Läuferstein dem

Digitized by Google

festliegenden Steine mehr oder weniger nähern, je nach der gewünschten Körnung. Die Steine haben 1 bis $1^1/_2$ *m* Durchmesser. Je nach der Gröfse, Umdrehungsgeschwindigkeit und Körnung ist die Leistung verschieden. 1 *m* grofse Steine leisten bei 42 Umdrehungen in der Minute an feinem Salz 5000 *kg* in der Stunde, an gröberem Salz (Heringssalz von 2 bis 4 *mm* Korngröfse) 5000 *kg* in $^3/_4$ Stunde. In Wieliczka liefern die Mahlsteine von 1,264 *m* Durchmesser in 10 Stunden je 35000 *kg*, die Umdrehungszahl ist bis zu 100 in der Minute.

Fig. 90.



Das Mahlgut fällt bei den Mühlen in einen Sammelkasten, von wo es entweder durch Transportschnecke oder Becherwerk oder beide in Verbindung stehende Vorrichtungen zur Lagerung oder zur Verpackung und zum Versand weiter befördert wird.

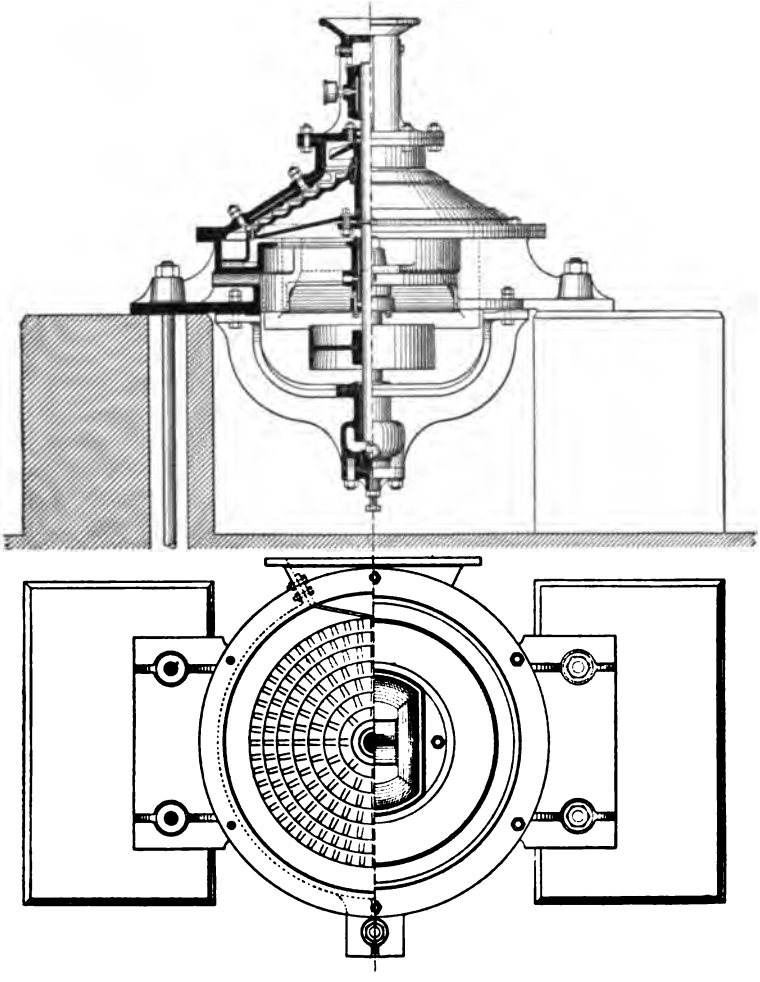
Neuerdings hat man zum Mahlen von Steinsalz auch die insbesondere für das Vermahlen der Kaliumsalze eingeführten Dissipatoren und Dismembratoren versucht. Für die Feinmahlung der mürberen Kaliumsalze haben sich diese gut bewährt, für das festere, sprödere Steinsalz scheinen Steinmühlen geeigneter zu sein.

Der Dissipator (*D. R.-P.* Nr. 58630 der Firma *G. Sauerbrey* in Stafsfurt) wird aufser für Salze auch zum Feinmahlen vieler anderer Stoffe, wie Gyps, Glaubersalz, kalzinirte Soda, Cementkalk, Zucker, Getreide, angewendet. Er besteht (Fig. 91) aus einem sich in einer horizontalen Ebene drehenden Stahlkegel, der mit angegossenen Schlagleisten versehen ist. Dieser Kegel bewegt sich in einem ebenfalls mit Schlagleisten versehenen konischen Gehäuse. Das auf die Spitze des sich drehenden Kegels aufgegebene Mahlgut gelangt bei zunehmender Zerkleinerung über den Kegel abwärts und wird von den Schlagleisten mit zunehmender Geschwindigkeit gegen die Ansätze des Kegelgehäuses geschleudert. An einer Seite, am unteren Rande des Kegelgehäuses,

Digitized by Google

ist eine Austrageöffnung angebracht. Die Leistung wächst mit der Umdrehungsgeschwindigkeit und der dadurch erreichten Feinheit der Körnung und erreicht bei dem für Düngungszwecke fein gemahlenen Kaliumsalze 10000 *kg* in der Stunde. In Wieliczka hat man in einer Mühlenanlage für Steinsalz zwei Dissipatoren angewendet. Das Förder-

Fig. 91.



gut wird zunächst auf einer Backenquetsche vorgebrochen, auf einem Klaubtische verlesen, in einer Kegelmühle zerkleinert, dann in zwei Dissipatoren fein gemahlen und mittels zwei Becherwerken und einer 20 *m* langen Transportschnecke in die Vorrats- und Verladeräume gebracht. In 10 Stunden werden auf der Mühlenanlage 60000 bis

Digitized by Google

70000 *kg* Steinsalz vermahlen. Ein Dissipator kostet etwa 2000 *Mk.* Im Vergleich mit Mahlsteinen fällt das lästige und zeitraubende Schärfen weg. Ein neuer Mahlkegel läfst sich binnen höchstens einer Stunde einwechseln.

Fig. 92.

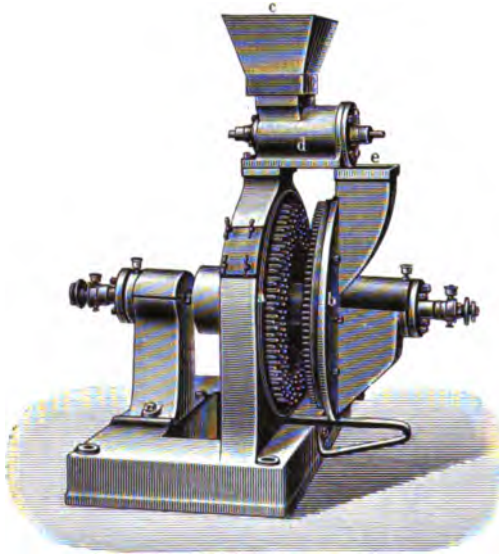
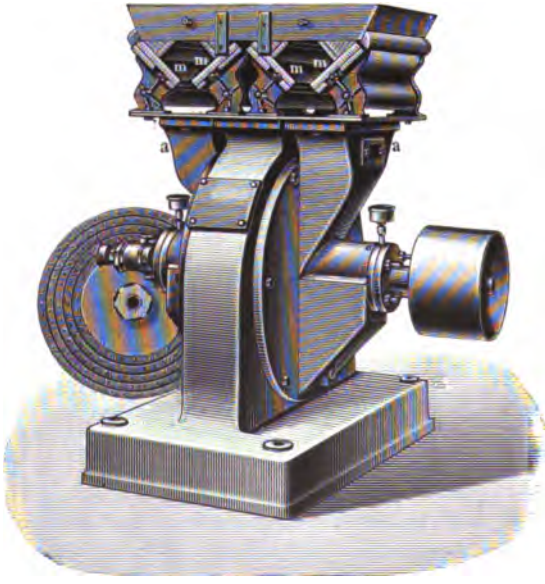


Fig. 93.



Die ebenfalls für verschiedene Stoffe geeigneten und angewendeten Dismembratoren (der Firma *C. T. Speyerer u. Co.* in Berlin) sind entweder einfache oder doppelte. Der einfache Dismembrator hat eine feste und eine bewegliche, vertikal stehende Stiftscheibe aus Flufseisen (Fig. 92). Die etwa 1 *cm* starken Stahlstifte sind in mehreren konzentrischen Kreisen in den Scheiben befestigt, derart, dafs die Stiftkreise der beweglichen Scheiben zwischen die Stiftkreise der festen Scheibe greifen. Das durch einen Trichter *c* mittels Verteilungswalze *d* und durch die Lutte *e* von der Seite in der Achsgegend der festen Scheibe zugeführte Mahlgut wird von den Stiften der beweglichen Scheibe erfafst, geschleudert und zwischen den Stiftreihen zermalmt. Am unteren Teile der Peripherie liegt die Austragеöffnung.

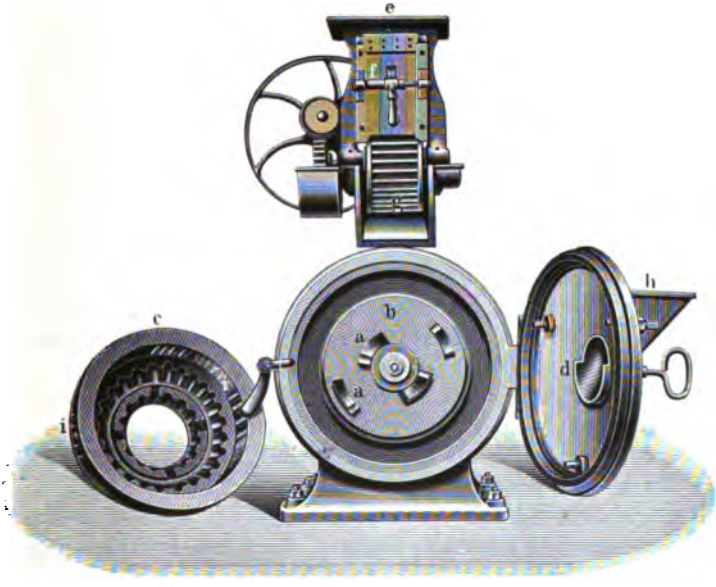
Der Doppeldismembrator hat zwei auf den äufseren Seiten mit Stiften besetzte bewegliche Mittelscheiben und auf jeder Seite eine zugleich den Verschlufs bildende feste Stiftscheibe.

Digitized by Google

Es liegen deshalb auf beiden Seiten je ein Aufgebetrichter (Fig. 93). Die auf einer Steinsalzmühlenanlage zu Wieliczka aufgestellten beiden Doppel-Dismembratoren haben Stiftscheiben von 650 *mm* Durchmesser. In der 10stündigen Schicht leisten diese beiden bei 550 bis 800 Umdrehungen in der Minute 60000 bis 70000 *kg*. Das Mahlgut wird zunächst durch eine Backenquetsche und eine Kegelmühle vorbereitet.

Sowohl bei den Dissipatoren wie Dismembratoren wird das vorbereitete Mahlgut mittels Schüttelsieb aufgegeben und zwar einesteils, damit das Mahlgut gleichmäfsig in den Zerkleinerungsapparat gelangt, anderenteils, um gröbere Stücke und zufällig in das Mahlgut gelangte fremde Körper, wie Eisenstücke, Leder, Holz u. a., die nicht

Fig. 94.



durch die Siebmaschen fallen, aushalten zu können. Harte Körper, besonders Eisenteile, sind für diese Schleudermühlen sehr gefährlich. Zur Vermeidung von Beschädigungen, die durch Eisenstücke, Nägel u. dergl. hervorgerufen werden, hat man auf oder unter die zur Aufgabe des Mahlgutes dienenden Schüttelsiebe starke Magnetstäbe (*m m*, Fig. 93) gelegt, die die Eisenteile aus dem Mahlgute festhalten. Dadurch konnten schon viele Brüche vermieden werden.

Eine andere Form der Schleudermühlen ist die bis jetzt noch wenig für Salzvermahlung benutzte Stufenmühle (*D. R.-P.* Nr. 95405 der Firma *Kraus u. Debo* in Köln-Ehrenfeld, ausgeführt u. a. von der Nienburger Eisengiefserei und Maschinenfabrik), die jedoch, wie die vorgenannten, für andere Stoffe schon vorteilhafte Verwendung gefunden hat. Diese Stufenmühle „*Reform*“ (Fig. 94) hat eine mit starken Schlagnasen *a*

Digitized by Google

versehene vertikale, bewegliche Scheibe *b*, die sich in einem, sich stufenförmig erweiternden, mit starken Rippen versehenen, glockenförmigen Mahlringe *c* bewegt. Dieser feste Mahlring ist leicht in den äufseren Verschlufsdeckel *d* einzusetzen und kann deshalb bei Beschädigungen, ebenso wie die bewegliche Scheibe, schnell ausgewechselt werden. Zur Austragung des Mahlgutes sind an der Peripherie der Glocke Schlitze *i* angebracht, über die sich Siebbleche ziehen lassen, die je nach der gewünschten Körnung feinere oder gröbere Lochung haben. Das Mahlgut gleitet von dem Aufgebetrichter *e* an einer Reihe von Stabmagneten *f* vorbei auf eine mit Rippen versehene Verteilungswalze *g* und fällt durch den Trichter *h* central gegen die Nasen der beweglichen Scheibe. Diese erfassen das Mahlgut und schleudern es gegen die Rippenkränze, so lange als es nicht bei ausreichender Feinheit durch die Sieblöcher geschleudert wird. Der Austritt des feinen Salzes durch die Siebe und Schlitze, sowie aus der unten an der Peripherie angebrachten Austrageöffnung wird befördert durch die in der Achsrichtung bei der Eintragung des Mahlgutes stark saugend und in der Peripherie bei der Austragung stark blasend wirkende schnelle Drehbewegung der Scheibe.

Auf den Deutschen Solvaywerken bei Bernburg ist eine derartige Stufenmühle mit 980 *mm* Scheibendurchmesser und einer stündlichen Leistung bis zu 4500 *kg* für Kaliumsalze in Gebrauch. Die Zahl der Umdrehungen läfst sich bei gröfseren Mühlen bis 1400, bei kleineren bis 4500 in der Minute steigern. Der Preis ist je nach der Gröfse 375 bis 2600 *Mk.*

Für sorgfältigen Verschlufs der Schleudermühlen, mehr als bei den Steinmahlgängen, besonders da, wo das Mahlgut ausgetragen wird, mufs gesorgt werden, damit nicht in Verlust bringender und belästigender Weise Salzstaub in die Arbeitsräume dringt.

Um die Arbeiter bei den Mahlarbeiten vor dem Einatmen des feinen Salzstaubes zu schützen, hat man ihnen Schutzmasken gegeben. Die von *C. Wendschuh* in Dresden gelieferten Masken bestehen aus versilbertem Drahtgewebe, das mit dünnem Zeugstoff überspannt ist. Die Maske bedeckt Mund und Nase.

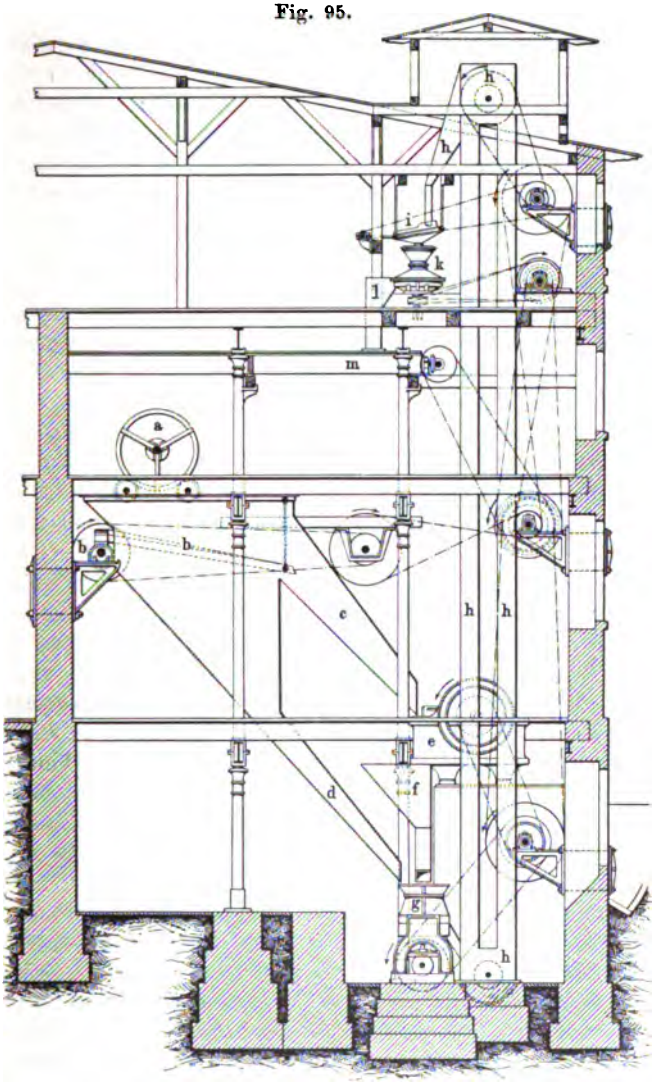
Die Beigabe der für die Herstellung von steuerfreiem Vieh- und Fabriksalz beizumischenden Stoffe (s. S. 348) geschieht teils bei der Aufgabe des Mahlgutes auf die Quetschmühlen, teils bei der Aufgabe auf die Steinmühlen.

Bedeutende Salzmühlenanlagen sind besonders zur Verarbeitung der Kaliumsalze und Herstellung von Düngesalzen ausgeführt worden. Bei diesen hat man vorzugsweise die schnell laufenden Schleudermühlen angewendet. Die Mühlenanlage des Berlepschschachtes des königlichen Salzwerkes zu Stafsfurt benutzt z. B. *Sauerbrey*sche Dissipatoren, das Kaliwerk Glückauf zu Sondershausen und die neue Mühlenanlage von Friedrichshall der herzogl. anhaltischen Werke

Digitized by Google

hat Dismembratoren von *Speyerer* in Gebrauch. Jedes Mühlensystem der *Sauerbrey*schen Anlage auf dem Berlepschschachte bei Stafsfurt besteht aus 1 Kreiselwipper zum Ausstürzen des Fördergutes, 1 beweglichen

Fig. 95.



Transportrost, 1 Steinbrecher, 2 Glockenmühlen, 2 Becherelevatoren, 4 Schüttelsieben mit Magnetapparaten, 4 Dissipatoren, 2 Transportschnecken und 2 Verladetaschen. Die stündliche Leistung ist auf 40000 *kg* berechnet, bei 10 stündiger Betriebszeit können also 8000 *Ctr.* in einem derartigen Mühlensystem vermahlen werden.

Digitized by Google

Der Verlauf der Mahlung ist folgender:

Das Mahlgut wird auf dem Kreiselwipper *a* (Fig. 95, a. v. S.) aus dem 18 bis 20 *Ctr.* fassenden Förderwagen auf den beweglichen Transportrost (Rätter) *b* gestürzt. Dort wird das feinere Mahlgut von den Salzstücken getrennt. Ersteres fällt durch die Lutte *d* sogleich den Glockenmühlen *g* zu, die Stücke gelangen über die Schurre *c* zu dem Steinbrecher *e*, der Stücke bis zu fast 1 *m* Länge zu zerdrücken vermag. Von dem Steinbrecher stürzt das zerkleinerte Gut über die Schurre *f* ebenfalls den Glockenmühlen *g* zu. Zur gleichmäfsigen Aufgabe auf die Glockenmühlen sind am Ende der Schurren *d* und *f* Verteilungswalzen angebracht. Das durch die Glockenmühlen zerkleinerte Mahlgut wird durch die Elevatoren *h* bis ins Dachgeschofs des Gebäudes befördert. Jede Elevatorausgufslutte gabelt sich, so dafs sich das Mahlgut jedes Elevators auf zwei Dissipatoren verteilt. Es gelangt zunächst auf ein Schüttelsieb *i*, das mit einem Magnetapparat versehen ist, und von diesem in den Dissipator *k*. Das fertig gemahlene Gut erreicht durch die Schurre *l* die Transportschnecke *m*, die es entweder in den Lagerraum oder sogleich zum Einsacken in den Packraum oder in Verladetaschen zur Entleerung unmittelbar in die Eisenbahnwagen befördert. Mit einem derartigen Mühlensystem sind in jeder Stunde vier Doppelladungen abzufertigen. Eine Waggonwage steht vor jeder Verladetasche.

Der Kreiselwipper ist in der beim Bergbau üblichen Weise ausgeführt. Er ist mit einer Vorrichtung versehen, durch die er nach dem Aufschieben des Förderwagens selbstthätig in Bewegung gesetzt wird, den Förderwagen entleert und in die Grundstellung zurückkehrt. Es geschieht dies durch eine Ein- und Ausrückvorrichtung, wodurch der Wipper mit der unter ihm liegenden, in Bewegung befindlichen Transmissionswelle verbunden und aufser Verbindung gesetzt wird. Die dadurch ermöglichte gleichförmige Drehbewegung veranlafst auch in vorteilhafter Weise, dafs der nur allmählich sich neigende Wagen nicht auf einmal, sondern nach und nach zur Entleerung kommt.

Der Transportrost besteht aus zwei geneigt und in einander liegenden Systemen von Roststäben, die durch Excenter in abwechselnd vor- und rückwärtsgehende Bewegung versetzt werden. Beim Vorwärtsgehen heben sich die Roststäbe jedesmal über das rückwärtsgehende System von Stäben, wie es die entgegengesetzte Excenterbewegung mit sich bringt, veranlassen dadurch eine mäfsige Bewegung des Fördergutes und schieben die nicht durch den Rost fallenden Salzstücke allmählich nach vorn und dem Steinbrecher zu.

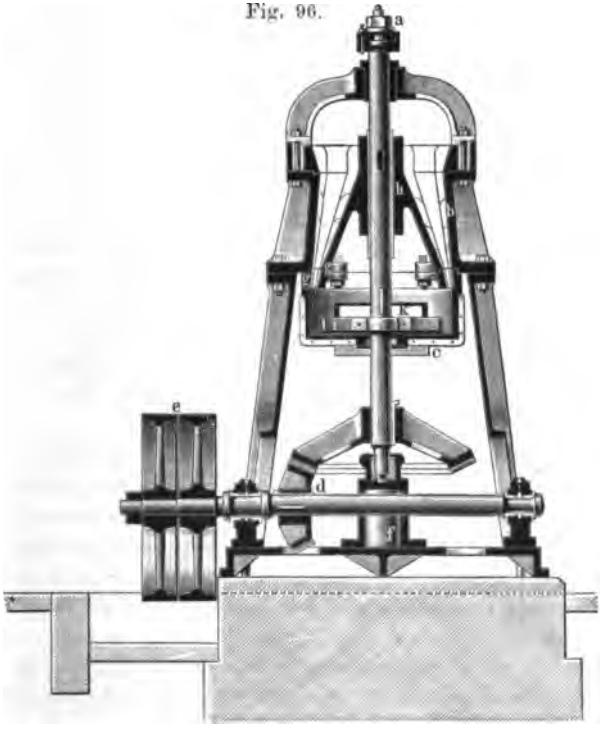
Der Steinbrecher hat einen festen und einen durch Kniehebel bewegten Brechbacken. Eine Excenterscheibe bewegt den Kniehebel und damit den Brechbacken gegen den festen Backen, während beim Rückgang eine Spannfeder dafür sorgt, dafs der bewegliche Brechbacken

Digitized by Google

mit dem Kniehebelgelenk verbunden bleibt und sich zurückzieht. Die obere Maulweite ist 1000 zu 400 *mm*, so daſs er sehr groſse Salzstücke fassen und zerdrücken kann. Er ist bei der beschriebenen Anlage besonders stark gebaut und wiegt gegen 11000 *kg*. Die Maulweite läſst sich verstellen. Die mit Rippen versehenen Backen sind aus Hartguſs hergestellt.

Die Glockenmühlen sind von der Firma *G. Sauerbrey* in der von ihr empfohlenen und meist zur Verwendung kommenden Form ausgeführt (Fig. 96). In dem mit Rippen versehenen Mahlrumpf *b*

Fig. 96.



läuft der ebenfalls mit Rippen versehene Mahlkegel *h*, der durch die Stellschraube *a* mehr oder weniger in den konischen Mahlrumpf hinaufgezogen werden kann, um nach Wunsch den Zwischenraum zu verengern oder zu erweitern. An die unteren Ränder lassen sich aufserdem, wenn Bedarf für stärkere Feinmahlung vorhanden ist, noch besondere Mahlkränze *g* anschrauben, die aus einem Teile oder aus zwei Teilen bestehen. Mahlrumpf, Mahlkegel und Kränze sind aus Koquillenhartguſs hergestellt und lassen sich einzeln auswechseln. Bei *k* liegt die Abgangsöffnung für das gemahlene Gut, durch die es auf die Schurre *c* gelangt. Bei *f* ist das Fuſslager für die stehende Welle. Ein konisches Zahnradgetriebe *d* überträgt die Bewegung der Riem-

Digitized by Google

scheibe *e* (mit Leerscheibe) auf die stehende Welle mit dem Mahlkegel.

Der Elevator besteht aus einer geschlossenen Ringkette, an die die aus Schmiedeeisenblech gefertigten Becher mit Ösen angeschraubt sind. Die Kette läuft oben und unten über eine mit Nuten zur Aufnahme der Kettenglieder versehene Trommel. Die eine Trommel kann zum straffen Spannen der Kette gestellt werden. Eine Führung erhalten die Becher im auf- und im abgehenden Schlauche auf schmiedeeisernen Schienen.

Das Schüttelsieb hat an der Stelle, wo der Elevator zunächst das Mahlgut durch eine Lutte aufgiebt, auf beiden Seiten eine Reihe von Stabmagneten. Hinter diesen sind durchlochte, geneigte Siebflächen angeordnet, durch die das Mahlgut in den unteren Trichter fällt. Gröfsere Eisenstücke, die sich etwa von den Magneten loslösen, werden durch das Sieb von den Dissipatoren ferngehalten. Das Sieb wird durch eine Excenterwelle hin und her bewegt.

Die Dissipatoren sind wie S. 442 beschrieben ist. Der Kegel ist aus gehärtetem Gufsstahl gefertigt. Vermöge der Ansätze sollen sie weniger empfindlich gegen kleinere Eisenteile oder andere fremde Körper sein, als die mit Stiften arbeitenden Schleudermühlen. Neue Kegel lassen sich schnell einwechseln. Für gewöhnlich ist auch bei starkem Betriebe (20stündige tägliche Arbeit, Leistung 10000 *kg* Salz in der Stunde) eine Auswechselung erst nach etwa sechs Monaten erforderlich.

Die Transportschnecken haben zweiteilige Flügel, die aus Gufseisen hergestellt sind. Gegen Druck ist die Welle in einem Kammlager gesichert. Die Verladetaschen sind mit verschliefsbarem Schieber versehen, die geschlossen werden, wenn die Eisenbahnwagen zur Verladung gewechselt werden. Das Mahlgut kann sich dann in den Verladetaschen ansammeln, ohne dafs der Mahlwerkbetrieb unterbrochen zu werden braucht.

Das von *Speyerer u. Co.* ausgeführte Mahlwerk auf der neuen Schachtanlage Friedrichshall bei Stafsfurt, ähnlich wie das des Kaliwerkes Glückauf bei Sondershausen, ist für eine stündliche Leistung von 120000 *kg* berechnet, wofür drei getrennte Mahlsysteme vorgesehen sind. Zum Betriebe dient eine stehende Verbund-Dampfmaschine von 400 Pferdekräften, die ihre Kraft mittels Hanfseilen an eine im ersten Stockwerke liegende Hauptantriebwelle abgiebt. Diese führt durch die ganze Länge des Gebäudes, von ihr aus werden alle Zwischentriebwellen, Vorgelege und Maschinen angetrieben. Das eine der Mahlsysteme ist mit Klaubeband ausgeführt. Zu jedem System gehören vier Dismembratoren, von denen jeder in der Stunde 10000 *kg* feines Mahlgut erzeugt. Für jeden Dismembrator ist dabei ein Kraftverbrauch von etwa 15 Pferdekräften erforderlich. Die Stifte der Dismembratoren müssen alle zwei bis drei Monate ausgewechselt werden.

Digitized by Google

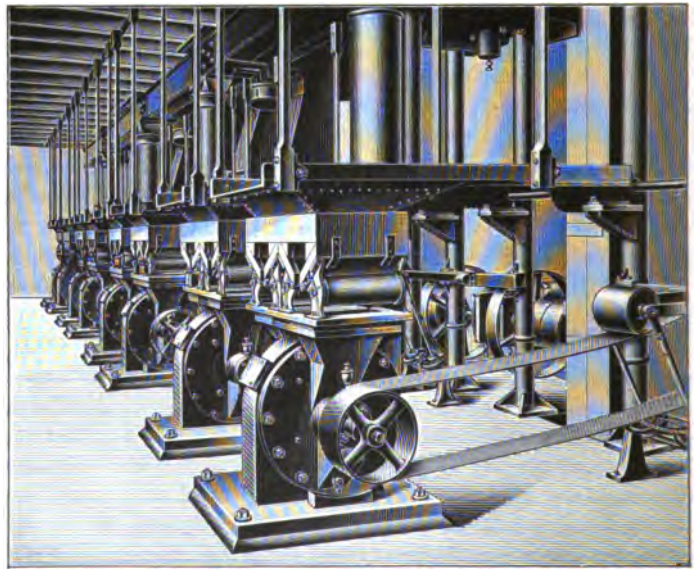
Das Rohsalz wird in den Förderwagen auf der dritten Etage des Mahlwerksgebäudes einem Kreiselwipper zugefahren, der durch Handhabung eines Hebels sich selbstthätig in Bewegung setzt und den Wagen entleert. Das Salz stürzt auf einen geneigten, festen Rost, der das feinere durchfallen, die Stücke jedoch abgleiten läſst und zu einem Steinbrecher führt, wo das Stücksalz zu Faustgröſse zerkleinert wird. Dieses vereinigt sich mit dem durch den festen Rost gefallenen Salz und gelangt in der ersten Etage auf einen beweglichen Rätter mit enger gestellten Stäben. Bei der durch Excentrics hervorgerufenen hin- und hergehenden Bewegung der Stäbe wird das gröbere Salz ausgehalten, während das feinere in einer Schurre den Speiseapparaten der Glockenmühlen zufällt. Die Salzstücke fallen vom Rätter auf ein Förderband. Dieses führt das Material quer zur Richtung des Gebäudes nach dem vorderen Raume und läſst es durch eine zweiteilige, sich gabelnde Schurre auf zwei neben einander laufende Klaubebänder fallen. Hier werden die wertlosen Beimengungen durch Auslesen mit der Hand entfernt. Die ausgelesenen Stücke werden in die unter den Klaubebändern angebrachten Trichter geworfen, aus denen sie in untergeschobene Handwagen fallen, mit denen sie weggefahren werden. Das übrige wird von den Klaubebändern den zu den zwei Glockenmühlen führenden Beschickungsapparaten zugeführt, wohin schon vorher das von dem beweglichen Rätter abgesiebte feine Salz gelangt war. Die Beschickungsapparate führen das Salz mittels einer Aufgabewalze den Glockenmühlen gleichmäſsig zu. In den Glockenmühlen wird das Salz bis zu Haselnuſsgröſse vermahlen. Durch vier an den Mühlen angebrachte Auswerfer wird es in vier zu beiden Seiten der Mühlen angebrachte Taschen geworfen. Aus diesen gelangt es auf Schüttelsiebe, fällt dann in gleichmäſsiger Verteilung durch die Siebmaschen auf die zwei Reihen der in gegen einander geneigten Flächen angeordneten Stabmagnete und in die vier Doppeldismembratoren, die mit zwei feststehenden und zwei beweglichen Stiftscheiben versehen sind. Diese Stiftscheiben machen je nach der gewünschten Kornfeinheit 1000 bis 3000 Umdrehungen in der Minute. Jeder Dismembrator hat ein besonderes Vorgelege, das mittels Fest- und Losscheibe ein- und ausgerückt werden kann. Die Treibriemen für die Dismembratoren werden mit Riemenspannvorrichtungen in der nötigen Spannung erhalten und ermöglichen auch, kleinere Riemenscheiben einzusetzen, wenn die Feinmahlung eine gröſsere Umdrehungsgeschwindigkeit erfordert, ohne daſs die Riemen kürzer gemacht zu werden brauchen. Unter den Dismembratoren sind im Erdgeschoſs Transportschnecken von 300 *mm* Durchmesser angebracht, die das gemahlene Salz zwei Becherelevatoren zuführen, mit denen es bis in die Dachetage gehoben wird. Hier fällt es zwei Transportschnecken zu, die das Salz quer zum Gebäude zwei anderen senkrecht zu ersteren liegenden Schnecken zubringen. Letztere befördern das Salz durch Abfallrohre zu den Verladetaschen, deren vier an der Verladeseite des Gebäudes

Digitized by Google

in der zweiten Etage angebracht sind. Durch einen Schieber sind die Verladetaschen geschlossen. Beim Verladen in die darunter gefahrenen Eisenbahnwagen werden die Schieber geöffnet. An dem Auslaufe der Verladetaschen sind bewegliche Auslaufrohre angebracht, die in die Waggons eingeführt werden. Die Verladeseite des Mahlwerksgebäudes dient überdies als Salzmagazin. Um in dieses Salz zu stürzen, laufen von den Transportschnecken der Dachetage Abfalllutten bis ins Erdgeschofs. Durch entsprechende Stellung eines Schiebers in jeder Etage kann Salz aus der Abfalllutte nach Bedarf in jede Etage gestürzt werden.

Damit auch auf der anderen Seite des Mahlwerksgebäudes Salz verladen werden kann, haben die erwähnten, quer verlaufenden Trans-

Fig. 97.



portschnecken eine mit Linksgang versehene Fortsetzung nach der anderen Seite des Gebäudes. Durch Verstellung eines Schiebers im Elevatorauslauf kann das Salz nach Wunsch dem Rechts- oder Linksgange der Transportschnecke zugeführt und dadurch entweder nach der vorderen oder hinteren Verladeseite des Gebäudes gebracht werden.

Vermahlen werden Kainit, Sylvinit und Carnallit.

Fig. 97 zeigt die Mahlwerksanlage des Kaliwerkes Glückauf bei Sondershausen mit acht neben einander stehenden Dismembratoren, den zugehörigen Magnetapparaten und Schüttelsieben. Zu jedem Steinbrecher gehören zwei Glockenmühlen, zu jeder Glockenmühle zwei Dismembratoren.

Digitized by Google

Probenahme.

Bei der Vermahlung der Kaliumsalze wird regelmäfsig Probe genommen. Zur Feststellung des Durchschnittsgehaltes des Mahlgutes an Kalium ist die Entnahme einer Durchschnittsprobe wichtig. Bei der Anlage in Friedrichshall ist der Auslauf eines der Elevatoren mit einem Probenehmer versehen, der je nach Wahl den 20., 30. oder 40. Becher einem Speiseapparate zuführt. Dieser Speiseapparat bringt das Probegut einem darunter stehenden Probedismembrator zur weiteren feinsten Vermahlung gleichmäfsig zu. Das vermahlene Salz fällt in einen in der dritten Etage aufgestellten Holzkasten, aus dem zu jeder Zeit eine Probe entnommen werden kann.

Auf dem Leopoldshaller Werke hat man auch durch Anbringung eines mit Blech gefütterten Längsschlitzes in der Lutte, in die der Becheraufzug ausstürzt, von jedem Becherinhalt einen Teil zur Probe entnommen.

Andere Einrichtungen zur Probeentnahme sind in der Weise ausgeführt, dafs in gewissen Zeiträumen, z. B. von drei zu drei Minuten, ein Becher in horizontaler Richtung quer durch die Ausstürzlutte hindurchgeführt wird, der dann von dem Becherinhalte des Elevators Salz aufnimmt und dem Probegute zubringt (kgl. preufsisches Salzwerk zu Stafsfurt), oder dafs unterhalb eines der Becher des Elevators eine Knagge angebracht ist, wodurch der Becher in eine besondere Lutte, die zum Probegut führt, entleert wird (Schacht Ludwig II.). Bei dieser Art der Probenahme wird sich eine grofse Menge Probegut ansammeln, von dem wiederum eine Durchschnittsprobe genommen werden mufs. Dies geschieht durch einen Probenehmer, der aus einem System von sich drehenden Hohlwalzen besteht, die mit einem Längsschlitz versehen sind. Nur wenn der Längsschlitz nach oben gegen die Abfalllutte gerichtet ist, fällt ein Teil des Probegutes in die Hohlwalze. In dieser wird bei der Drehung das aufgenommene Probegut gemischt und in eine andere Tasche gestürzt, von der mittels einer kleineren Walze mit Schlitz ebenfalls nur ein Teil aufgenommen wird und so fort, so dafs von dem ganzen Mahlgut während des Tages nur eine verhältnismäfsig geringe Menge als Probegut zurückbleibt, von dem die Proben entnommen werden.

Von den einzelnen, etwa je 250 *g* betragenden, in einem verschlossenen Glase aufbewahrten Tagesproben werden am Schlusse der Woche in entsprechendem Verhältnis zu der Fördermenge jedes Tages ein Teil herausgewogen und durch Mengen und Zerreiben eine Wochenprobe hergestellt, von der dann ein Teil für die Analyse entnommen wird.

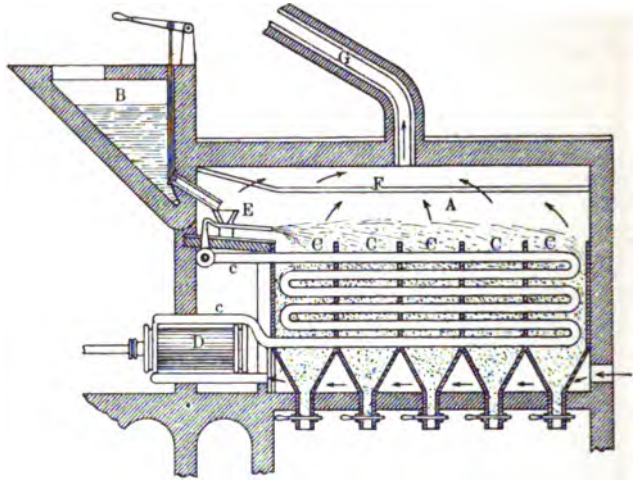
Salzaufbereitung durch Schmelzen.

Lawton und *Dodge* benutzen den Schmelzzustand zum Reinigen des Salzes und zur Gewinnung von Salz in verschiedener Körnung.

Digitized by Google

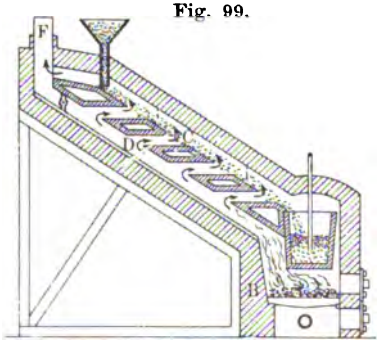
Albert L. Lawton in Rochester, Monroe, New-York, und *Walter S. Dodge* in Washington haben, um aus Steinsalz Salz von verschiedener Körnung herzustellen, folgendes Verfahren angegeben (*D. R.-P.* Nr. 69389[1]). Das geschmolzene Salz fliefst aus dem Behälter *B* (Fig. 98) in den durch Luft oder Gas betriebenen Zerstäuber *E* und wird in die Kammer *A* geschleudert, die in mehrere, mit trichterförmigen Böden versehene Abteilungen *C* geteilt ist. In diese Abteilungen verteilt sich das Salz entsprechend der Korngröfse. Der Kompressor *D*

Fig. 98.



drückt die Luft des Zerstäubers zunächst durch das Schlangenrohr, das als Kühler für das eingeschleuderte Salz dient. Die vom Kompressor angesaugte Luft kühlt zuvor die Böden der Abteilungen. Die untere Öffnung der Trichter, durch die das gewonnene Salz herausgezogen wird, ist durch einen Schieber geschlossen. Ein Asbestsieb *F* hält den Salzstaub von dem Abzugsrohre *G* zurück.

Fig. 99.



Um das Steinsalz von Thon zu reinigen, werden dem geschmolzenen Salz Zusätze beigegeben, die sich mit dem Thone verbinden (*D. R.-P.* Nr. 69592[2]).

Das Salz wird in einem Behälter geschmolzen, der mit einem basischen, unschmelzbaren, die Bildung von kieselsaurem Natrium in dem Futter und damit dessen

[1]) *Gf.* 1893, S. 1360.
[2]) *Gf.* 1893, S. 1379.

Digitized by Google

Zerstörung verhindernden Material, nämlich einer Mischung von 4 *Tln.* Erdalkali und 1 *Tl.* eisenfreien Thon ausgekleidet und daraus hergestellt ist. Dem Salz wird vor, während oder nach der Schmelzung ein Erdalkali oder ein Karbonat oder ein Silikat dieses Stoffes oder ein Alkali zugesetzt, die sich mit dem im Salz enthaltenen Thone zu einer schweren Schlacke vereinigen. Diese Schlacke setzt sich zu Boden, wobei sie die übrigen Verunreinigungen mit zu Boden zieht.

Ein zu diesem Zwecke gebauter Ofen ist in Fig. 99 veranschaulicht. In einem nach unten geneigten Kanale *C* gleitet das Salz auf Stufen *i* abwärts. In dem Behälter *A* sammelt sich das geschmolzene Salz an, von der Feuerung *B* ziehen sich die Heizgase in dem Kanale *D* unter den Stufen aufwärts, treten durch das herabgleitende Salz diesem entgegen und ziehen durch den Kanal *F* ab.

Leckstein bereitung.

Für die Verwendung als Viehsalz ist es wichtig, das Steinsalz in festen Stücken dem Vieh vorlegen zu können, woran es nach Bedarf in den Krippen lecken kann. Die Steuervorschriften machen aber eine Verwendung des Stücksteinsalzes zu diesem Zwecke unmöglich, da die Steuer den Preis des Salzes bedeutend erhöht. Man hat deshalb darauf gesonnen, das vermahlene Steinsalz vermischt mit den erforderlichen Denaturirungsmitteln in eine feste Form zu bringen, die sich nicht leicht zerstören läfst. Unter diesem Bedürfnisse hat sich die Leckstein-fabrikation entwickelt, die ihr Entstehen den Versuchen des Berghauptmanns Prinzen zu *Schönaich-Carolath* verdankt.

Schon im vorigen Jahrhundert hatte man auf der Saline bei Schönebeck versucht, aus dem körnigen Siedesalz ein dem Steinsalz ähnliches festes Produkt durch Schmelzen des Salzes zu erhalten, um dem nach Schlesien eingeführten Steinsalz von Wieliczka den Markt abzugewinnen. Die vergeblichen Versuche, das Salz in Öfen bei hohem Hitzegrade zusammenzuschmelzen und ein dem Steinsalz ebenwürdiges festes Produkt zu erhalten, sind von *Wutke*[1]) beschrieben. Das Salz, das zwar zunächst eine gute, feste Masse bildete, fiel sehr bald in den Stallungen durch die Ausdünstung des Viehes und durch das Lecken aus einander, und es blieb zuletzt nach dem Berichte der Glogauer Kammer nichts als eine graue, sehmige Asche übrig. Aufserdem zeigte das Salz übergrofse Schwindung, auch wenn es aufs trockenste aufgestapelt wurde. Der Abgang betrug 5 *Pzt.*, während das Steinsalz selbst in feuchter Witterung höchstens einen Abgang von $1\frac{1}{3}$ *Pzt.* zeigte.

Man erkennt daraus, dafs ein hoher Gehalt von Nebensalzen, insbesondere von Chlormagnesium, in dem Siedesalz vorhanden gewesen sein mufs, und dafs darauf die geringe Widerstandsfähigkeit des zusammengeschmolzenen Salzes zurückzuführen sein wird. Das von

[1]) *Wutke*, Die Versorgung Schlesiens mit Salz. Berlin 1894.

Digitized by Google

Chlormagnesium fast freie Steinsalz würde mit besserem Erfolge zusammenzuschmelzen sein. Mit Rücksicht auf das als Denaturirungsmittel verwendete Holzkohlenpulver darf man sich keines so hohen Hitzegrades bedienen, dafs die Kohle verbrennen würde. Indessen backt das gemahlene Steinsalz, wenn es feucht zusammengepreſst und gedörrt wird, so fest zusammen, dafs es beim Anschlagen einen klingenden Ton giebt und sich durch Stofs und Schlag nur schwer zerbrechen läfst.

Man feuchtet das gemahlene und denaturirte Steinsalz mit Wasser oder Soole so an, dafs es sich mit der Hand ballen läfst, und drückt es dann in gufseiserne Formen, die nach Art der Puddingsformen gestaltet sind und in der Mitte einen Dorn haben. Zum Hineindrücken bedient man sich kurzer Holzschlägel, womit man auch die Masse oben schlichtet und abstreicht. Die Form wird dann umgestülpt und der Salzkern auf eine durch die Feuergase des Brennofens von unten erwärmte, aus Eisenplatten zusammengesetzte Trockenpfanne gestellt. Dort trocknen die Salzkerne und werden dann in einen flachen Brennofen oder Backofen geschoben, der über den Feuerzügen mit Eisenplatten belegt und ringsum geschlossen ist. Die Salzkerne werden hier mehrere Stunden lang starker Hitze ausgesetzt und festgebrannt. Auch taucht man sie nach dem Brennen wohl noch in gesättigte Salzlösung und trocknet sie noch einmal. Dadurch werden die Lecksteine glatter und erhalten ein glasiges Aussehen.

Derartige, rötlich gefärbte oder auch äufserlich grau aussehende Lecksteine werden in Gröfsen zu $2^1/_2$ und 5 *kg* Gewicht hergestellt und sind so hart, dafs sie unverpackt verladen werden können und weiten Transport vertragen. Die Lecksteinbereitung wird z. B. in Stafsfurt und Erfurt betrieben. Was sonst als Beimengung zum Salz nicht gewünscht wird, wirkt hier vorteilhaft für den festen Zusammenhalt der Salzsteine, das ist der Gypsgehalt des Steinsalzes und der Soole.

Benutzt werden die Lecksteine bei Pferden, Rindvieh und Schafen. Der Preis beträgt für 100 *kg* 1 *Mk.* 60 *Pf.* bis 2 *Mk.*, so dafs ein Stein von 5 *kg* 10 *Pf.* kostet.

Unreinere Partien des Steinsalzes werden vermahlen und als Düngesalz verkauft. In Erfurt hat man zeitweise aus dem Bergemittel des Lagers Anhydrit gewonnen und in denselben Apparaten, die für die Vermahlung des Steinsalzes bestimmt sind, zu Düngemehl vermahlen (s. S. 338).

Die Mahlwerke leiden durch den wesentlich härteren Anhydrit und der Preis des Düngemehles ist bei der Konkurrenz anderer Düngestoffe zu gering, um die Aufwendungen für das Vermahlen genügend zu decken.

Elektrische Kraftanlagen.

Als Kraft- und Lichtquelle kommt auf den Salzwerken mehr und mehr Elektrizität in Anwendung. Als Kraftquelle dient die

Digitized by Google

Elektrizität zum Betriebe der Bohrmaschinen, zur Förderung, auch zur Wasserhebung, zur Ventilation und zum Betriebe der Mühlenanlagen.

Auf dem Salzwerke Ludwig II. dient die elektrische Kraftanlage zunächst nur für die Wasserversorgung und für die unterirdische Streckenförderung. Es wird Gleichstrom von 500 *Volt* Spannung und eine Dynamomaschine zu 50 Pferdekräften angewendet.

Auf dem Salzwerke Neustafsfurt werden die Maschinen für die Streckenförderung und die Bohrmaschinen durch eine über Tage stehende Dynamomaschine, die einen Strom von 330 *Volt* Spannung liefert, bedient. Eine Umformung der Stromstärke ist nicht erforderlich, da Bohrmaschinen und Lokomotiven für die gelieferte Stromstärke passend gebaut sind [1]).

Die Konsolidirten Alkaliwerke zu Westeregeln haben in den bei 272 und 410 *m* liegenden Bausohlen des Schachtes III elektrische Streckenförderung. Über die mit elektrischem Antrieb versehene unterirdische Schachtfördermaschine ist S. 433 näheres mitgeteilt.

Elektrische Beleuchtungsanlagen sind auf zahlreichen Salzwerken ausgeführt. Das Salzwerk Heilbronn hat zur oberirdischen Beleuchtung drei Bogenlichtmaschinen für je sechs Bogenlampen zu 6000 Kerzen und zwei Glühlichtmaschinen für je 170 Glühlampen zu 16 Normalkerzen. Eine Lademaschine von 80 *Ampère* Stromstärke und 160 *Volt* Spannung ladet eine Akkumulatorbatterie von 650 *Ampère* Stromstärke. Eine Erweiterung der Anlage zum Kraftbetriebe für die unterirdische Wasserhaltungsmaschine, den Ventilator, die Werkstättenmaschinen u. a. ist in Aussicht genommen [2]).

In ausgedehnter Weise wird die Elektrizität auf dem Kaliumsalzbergwerke Glückauf bei Sondershausen für Betriebszwecke angewendet [3]).

Die dort von der Firma *Siemens u. Halske* eingerichtete, seit 1. Juni 1897 betriebene elektrische Centralkraftanlage arbeitet mit 84 bis 86 *Pct.* Nutzwirkung. Von ihr gehen vier Leitungsnetze aus. Das eine mit 500 *Volt* Spannung für die Übertragung von 600 Pferdekräften auf die über Tage arbeitenden Betriebsmaschinen, insbesondere die Maschinen des Mahlwerkes, der Chlorkaliumfabrik, des Grubenventilators, von Pumpen und Werkstattmaschinen. Das andere Stromnetz mit 500 *Volt* Spannung dient zur Übertragung von 100 Pferdekräften für die unterirdischen Betriebe: Förderung und Bohrung. Ein drittes Netz mit 120 *Volt* Spannung und 100 Pferdekräften sorgt für die Glühlichtbeleuchtung und ein viertes Netz mit 120 *Volt* Spannung und 50 Pferdekräften für die Bogenlichtbeleuchtung.

---

[1]) *Pr. Z.* 1896, **44**, 164 V. u. V.
[2]) *Ö. Z.* 1899, **47**, 133, 149.
[3]) *Gf.* 1898, **34**, 953, Nr. 49.

Digitized by Google

Von drei Maschinenanlagen zur Erzeugung des elektrischen Stromes ist jede in der Lage, mindestens die Hälfte des gesammten Kraftbedarfs bei vollem Betriebe zu liefern, so dafs eine Anlage stets zur Aushülfe aufser Betrieb stehen kann. Jede Maschinenanlage besteht aus einer vertikalen Verbund-Dampfmaschine mit Kondensation und erzielt bei $7^1/_2$ *Atm.* Spannung des Betriebsdampfes für gewöhnlich 350 und bis zu 400 wirksame Pferdekräfte an der Welle der mit ihr unmittelbar zusammengekuppelten Erzeugungs- (Primär-) Dynamomaschine. Die Cylinderdurchmesser sind 500 und 785 *mm*, der Hub ist 700 *mm*. Die Dynamomaschinen sind Dreiphasen-Wechselstrommaschinen und leisten je 327 *Kilowatt* bei 125 Gängen in der Minute und 500 *Volt* Spannung zwischen den Leitern. Für jede am Schaltbrett abgegebene Stunde-Pferdekraft ist ein Dampfverbrauch von 9,495 *kg* berechnet.

Die Motoren arbeiten mit 90 bis 93 *Pct.* Nutzwirkung, im Durchschnitt ist der Wirkungsgrad von Leitungen und Motoren 87 *Pct.*, so dafs für jede von den Betriebsmaschinen geleistete Stunden-Pferdekraft $\frac{9{,}5}{0{,}87} = 10{,}9$ *kg* Dampf beansprucht werden, während bei Einstellung von Dampfmaschinen statt elektromotorischer Maschinen 15 *kg* Dampf verbraucht werden müfsten.

Ausgeschlossen von dem elektrischen Antriebe ist die auf etwa 600 Pferdekräfte bemessene Fördermaschine.

Ein *Rateau*scher Grubenventilator, der 2,8 *m* Flügeldurchmesser hat und bei 220 Umdrehungen in der Minute und bei einem Unterdruck von 100 *mm* Wassersäule 2400 *cbm* Luft ansaugt, wird durch einen 85 pferdigen Drehstrommotor, der 480 Umdrehungen in der Minute macht, bewegt. Der Ventilator hätte mit gleicher Nutzwirkung unmittelbar durch Dampf betrieben werden können. Man hat ihn jedoch als immer gleiche Grundbelastung in den elektrischen Betrieb einbezogen, damit bei der elektrischen Kraftanlage die durch unregelmäfsigen Kraftverbrauch für andere Zwecke vorkommenden Schwankungen weniger nachteilig fühlbar werden.

In dem Mahlwerke wird jede von zwei Mahlgruppen von einem im Kellergeschofs aufgestellten 105 pferdigen Betriebsmotor bedient. Zu jeder Gruppe gehören 1 Kreiselwipper, 1 *Briart*scher Rost, 1 Steinbrecher, 2 Glockenmühlen, 4 Feinmühlen (Dismembratoren), 2 dazu gehörige Elevatoren (Becheraufzüge), die das Mahlgut aus dem Kellergeschofs bis auf den Boden des Mahlgebäudes heben, und je 1 Transportschnecke für jeden Becheraufzug. Die quer zur Längsachse des Gebäudes liegenden Transportschnecken münden auf eine längs der Vorderwand des Gebäudes liegende Schnecke, die das Mahlgut den Ladetaschen zuführt. Diese Transportschnecke, sowie ein durch alle Stockwerke des Mahlgebäudes laufender Aufzug werden durch einen besonderen 15 pferdigen Elektromotor betrieben. Die Aufstellung einer dritten Mahlgruppe mit Elektromotor ist vorgesehen.

Digitized by Google

Der Vorteil bei dieser Einrichtung liegt darin, dafs die grofsen Transmissionswellen wegfallen und dafs der Betrieb auf mehrere Motoren verteilt wird. Dadurch ist eine bessere Kraftausnutzung bei stark schwankender Inanspruchnahme der Anlage ermöglicht, ohne dafs die Teilung zu weit ginge und schädliche gröfsere Schwankungen im Kraftverbrauch bei den einzelnen Motoren einträten.

Für die eine Fläche von 11000 *qm* bedeckende Chlorkaliumfabrik arbeiten sechs Elektromotoren zum Betriebe der Mühlenabteilung, der Rührwerke in den Lösekesseln, der Pumpen, Darren und Aufzüge.

Das Kesselhaus mit 12 Zweiflammrohrkesseln zu je 96 *qm* Heizfläche mit Treppenrostvorfeuerungen für Braunkohle hat mechanische Einrichtungen zum Heben der Kohle aus dem zu ebener Erde gelegenen Ausladeraum bis zu dem Dachraume eines neben dem Kesselhause stehenden Turmes, wo ein Brechwerk die Kohle zerkleinert. Von diesem führt ein 47,5 *m* langes Transportband die Kohle den je zwei Kessel bedienenden Fülltrichtern zu, die auf einem über die Fülltrichter hinweggeführten Geleise auch mittels Kippwagen Kohlen zugeführt erhalten können. Der Turm enthält noch einen Aschenaufzug, der auch zum Aufziehen der Kohlenkippwagen benutzt werden kann. Der Becheraufzug, das Brechwerk und der Wagenaufzug werden durch einen im Dachraume des Turmes liegenden 12,5 pferdigen Elektromotor, das Förderband durch einen 5 pferdigen, auf dem letzten Fülltrichter befestigten Elektromotor bewegt.

Das Wasserwerk hat zwei Duplexpumpen (von *Weise u. Monski*), die je 500 *Liter* in der Minute einem 30 *m* höher gelegenen Wasserbehälter zuführen und von zwei Elektromotoren zu je 7,5 Pferdekräften unmittelbar angetrieben werden. Der erreichte höchste Wasserstand und ein um 50 *cm* gesunkener Wasserstand im Vorratsbehälter bewirkt selbstthätig die Ausschaltung oder Einschaltung der Elektromotoren, so dafs keine ständige Wartung erforderlich ist.

Ein zweitrümmiger Hängebankaufzug für 12 *m* Förderhöhe und 1000 *kg* Nutzlast bei 0,4 *m* Geschwindigkeit in der Sekunde wird durch einen 25 pferdigen Elektromotor mittels Schneckenradgetriebe bewegt. Zum Anlassen dient ein Steuerseil, während das Ausrücken selbstthätig in der Endstellung der Förderschalen bewirkt wird.

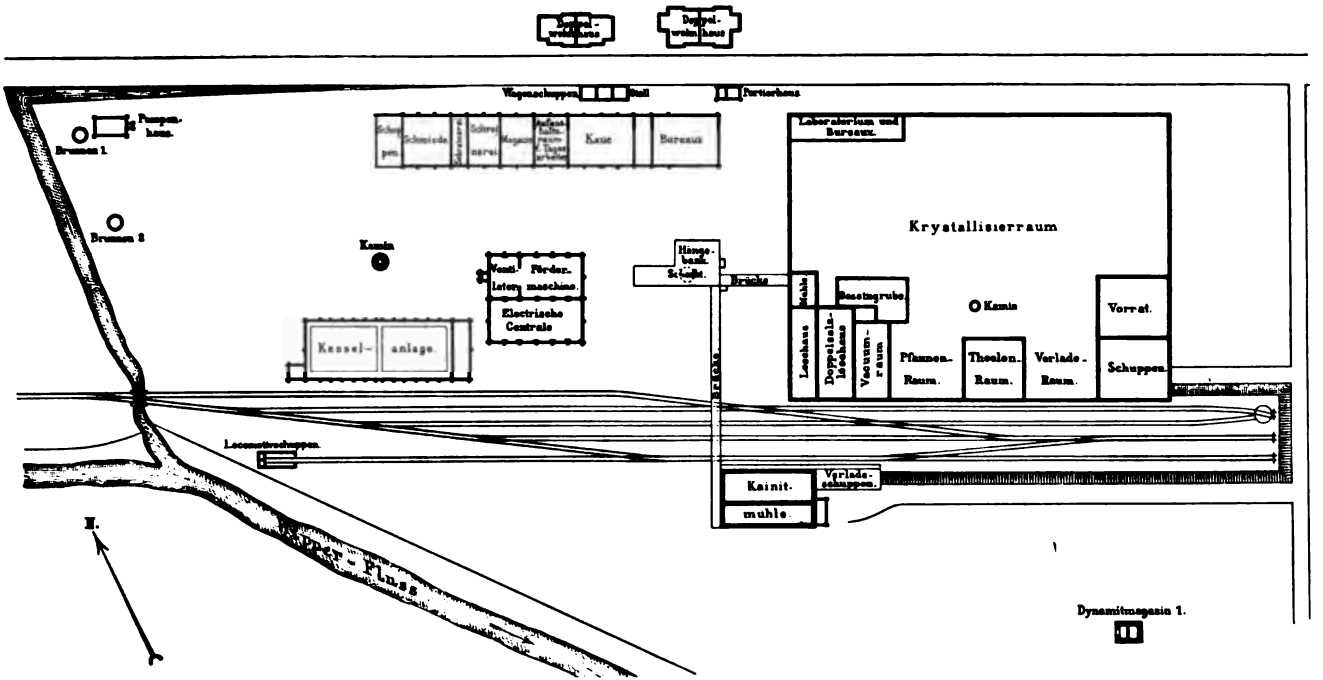
In den Werkstätten, Schmiede, Dreherei, Schreinerei, werden die Transmissionen, an welche die Arbeitsmaschinen angeschlossen sind, durch zwei Elektromotoren betrieben, und zwar dient für die Dreherei und Bandsäge ein 7,5 pferdiger Elektromotor, für die übrigen Werkstattmaschinen ein 15 pferdiger Elektromotor.

Zur Beleuchtung der Werksanlagen, Betriebs- und Diensträume dienen 750 Glühlampen und 19 Bogenlampen.

Für den unterirdischen Betrieb wird der Kraftstrom durch den 675 *m* tiefen Schacht mittels eines durch Stahl armirten Bleikabels

Digitized by Google

Fig. 100.



Salzwerksanlage Glückauf bei Sondershausen.

von 61 *mm* Dicke geleitet. Die darin eingebetteten drei Kupferdrähte haben einen Querschnitt von je 70 *qmm*. Das laufende Meter Kabel wiegt 11 *kg*. Mittels Holzbacken, die an den eisernen Einstrichen des Schachtausbaues befestigt sind, wird das Seil festgeklemmt.

Zu Zwecken des Bohrbetriebes und für die Beleuchtung wird der Strom von 500 *Volt* auf 220 *Volt* Spannung umgewandelt. Die Grubenhaspel in flachen Strecken und die kleineren Sonderventilatoren arbeiten mit 500 *Volt* Spannung. Eine 560 *m* lange Seilbahn mit elektromotorischem Antrieb soll in der Hauptförderstrecke noch eingerichtet werden.

Im ganzen laufen 24 Motoren auf dem Werke, davon acht unterirdisch, mit $^5/_4$ bis zu 105 Pferdekräften.

Über den Kraftverbrauch in jedem Betriebszweige werden genaue Aufzeichnungen gemacht und danach der Aufwand der Centralanlage an Kohlen und Löhnen auf die einzelnen Betriebszweige berechnet.

Zur Sicherheit sind alle leicht zugänglichen oder in Gebäuden liegenden Leitungen isolirt. Unter allen von der Centralanlage zu den Betriebsgebäuden führenden Leitungen mit hochgespanntem Strome sind Fangnetze angebracht, um bei einem Bruche zu verhüten, dafs die Leitung herabfällt und Menschen verletzt werden.

Fig. 100 zeigt die ganze Werksanlage im Grundrifs.

II. Die Gewinnung des Kochsalzes aus wässeriger Lösung.

Als Speisesalz hat das aus Lösungen gewonnene Kochsalz meist überall den Vorzug vor dem Steinsalz erhalten. In Deutschland ist freilich die Produktion an Kochsalz aus Lösungen im Laufe der Jahre hinter der Steinsalzproduktion zurückgeblieben, da Steinsalz als Vieh- und Fabriksalz dem aus Lösungen gewonnenen Kochsalz infolge geringeren Preises den Absatzmarkt geschmälert hat. Eine grofse Menge Steinsalz dient jedoch zur Siedesalzgewinnung.

A. Die Salzlösungen.

Als Salzlösungen für die Kochsalzgewinnung kommen in betracht die Wasser der besonders in Steppen und Wüsten vorkommenden salzigen Seen, die bei starker Wasserverdunstung in trockener Jahreszeit, besonders in heifsen Gegenden, von selbst Salz ausscheiden und den Bewohnern, ohne ihr Zuthun, eine Quelle der Salzgewinnung sind. Näheres darüber ist in dem Abschnitte über die Salzgewinnung aus Seen mitgeteilt.

Den Küstenbewohnern warmer Länder dient das Meerwasser als eine unerschöpfliche Salzquelle. In 100000 *Tln.* Meerwasser sind etwa enthalten:

Kochsalz	2700	*Tle.*,
Chlormagnesium	360	„
Chlorkalium	70	„

Digitized by Google

Brommagnesium	2	*Tle.*,
Schwefelsaures Magnesium	230	„
Schwefelsaures Calcium	140	„
Kohlensaures Calcium	3	„
Andere Bestandteile	25	„
Wasser	96470	„

In den nicht gemessenen Bestandteilen sind Jod, Kieselsäure, Ammoniak, Schwefel, Arsen, Eisen, Kupfer, Silber nachgewiesen.

Der Salzgehalt ist in den verschiedenen Meeresbecken verschieden. In Binnenmeeren, wo der Zufluſs süſser Wasser geringer ist als die Wasserverdunstung, ist der Salzgehalt höher als im offenen Meere, z. B. im Mittelländischen Meere höher als im Atlantischen Ozean, in anderen, wo das Verhältnis umgekehrt ist, z. B. Nordsee, oder gar Ostsee und Schwarzes Meer, ist der Salzgehalt geringer. Es enthält Salze:

Der Atlantische Ozean	3,7646	*Pzt.*,
Das Mittelmeer	4,0740	„
Die Nordsee	3,1870	„
Die Ostsee	1,7690	„
Das Schwarze Meer	1,7653	„
Das Asowsche Meer	1,1876	„

An den tropischen Küsten, wo die Verdunstung des Meerwassers infolge trockener, heiſser Winde sehr groſs ist, ist der Salzgehalt höher als in offenen, von der Küste weiter ab gelegenen Meeresteilen. Diese Unterschiede des Salzgehaltes, die einen Unterschied der spezifischen Gewichte zur Folge haben, sind Mitursache der Meeresströmungen. Der hohe Salzgehalt und die günstige klimatische Lage machen das Mittelmeer zur Salzgewinnung an den Küsten besonders geeignet.

In Ländern mit gemäſsigterem Klima, wo man künstliche Wärmequellen zur Salzausscheidung anwenden muſs, benutzt man zwar an einzelnen Orten auch noch das Meerwasser, sonst aber die der Erde entquellenden, oder in der Erde aufgeschlossenen Soolen (*saumure, brine*), und da diese in der Regel noch zu geringen Salzgehalt haben, künstlich angereicherte oder künstlich bereitete gesättigte Soolen. Während das Wasser der salzigen Seen und das Meerwasser in der Regel unmittelbar an Ort und Stelle ohne besondere Zubereitung zur Salzgewinnung verwendet werden, erfordern die Aufschlieſsung der Soolquellen und die Zubereitung der Soole oder die künstliche Gewinnung oder Bereitung der Soole in der für die Kochsalzgewinnung geeigneten Anreicherung und Beschaffenheit eine Reihe von Arbeiten, die im folgenden beschrieben werden.

Die Gewinnung siedewürdiger Soolen.

Man gewinnt die Soole:

1. Aus natürlichen Soolquellen, die frei zu Tage treten.

2. Aus natürlichen Soolquellen, die erst durch Aufschlieſsung des Gebirges frei gelegt worden sind, und zwar entweder:

Digitized by Google

a) durch Schächte oder Brunnen, oder

b) durch Bohrlöcher, oder

c) durch den Bergwerksbetrieb.

3. Durch Auflösung von Steinsalz, und zwar entweder:

a) aus Bohrlöchern, die bis in das Steinsalzlager niedergebracht sind, oder

b) auf der Lagerstätte in bergmännisch vorgerichteten Räumen (Soolbergwerke), oder

c) durch Auflösen bergmännisch gewonnenen Steinsalzes in verfügbaren schwachen Soolen über Tage oder unter Tage im Bergwerke selbst, oder

4. durch Auslaugen salzhaltiger Gebirgsmassen durch Sinkwerksbetrieb.

Schwache Soolen bedürfen der Anreicherung. Dies geschieht entweder:

a) durch Auflösen von Steinsalz, oder

b) durch Gradirung, insbesondere Dorngradirung.

Natürliche Soolen bedürfen meist einer Reinigung, die sich zum Teil bei der Gradirung vollzieht, während im übrigen die Reinigung der Soolen bei der Salzgewinnung, der Versiedung, geschieht.

Die natürlichen Soolquellen entstammen entweder unmittelbar benachbarten Steinsalzlagern, oder, wie ihre Zusammensetzung, insbesondere das Vorhandensein der Mutterlaugensalze zeigt (s. S. 69 u. f. S. 186), unterirdischen Soolvorräten, vielleicht auch Salzimprägnationen der Gesteinsschichten. Seltener treten sie ohne Aufschliefsung von selbst wie artesische Brunnen zu Tage, meist sind sie durch Schächte oder Bohrlöcher aufgeschlossen worden, und wo man natürliche Quellen durch weiteren Aufschlufs verfolgt hat, hat man reichhaltigere Quellen entdeckt. Von zurückdämmenden Gebirgsschichten befreit, treten sie dann mitunter so hoch über den Rand des Bohrloches oder des Schachtes zu Tage, dafs sie von selbst abfliefsen. Beim Abteufen des Soolschachtes zu Dürrenberg im Jahre 1763 (nach dem Begründer der dortigen Saline, dem sächsischen Bergrat *Borlach*, Borlachschacht genannt) hatte man in 223 *m* Teufe eine Gypsschicht angefahren, die in 23 *Zoll* Stärke von der dahinter aufgestauten Soole mit Gewalt abgehoben wurde, so dafs die aufsteigende Soole in wenigen Stunden den ganzen Schacht füllte und zu Tage abflofs. Die dabei beteiligten Arbeiter konnten sich nur durch eiligste Flucht retten [1]).

Die natürlichen Soolen sind meist nicht reichhaltig genug zur unmittelbaren Versiedung. Um möglichst gesättigte Soolen zu erlangen und die Arbeit der Anreicherung zu sparen, hat man an vielen Stellen mit Erfolg Bohrungen auf Steinsalz ausgeführt und die Bohrlöcher bis

[1]) *Bischof* in *Karst. Arch.* 1829, 20, H. 1.

Digitized by Google

in das Steinsalzlager hineingetrieben, um das Salz durch Zuleitung von Wasser oder schwacher Soole, die sich meist von selbst aus den höheren Gebirgsschichten dem Bohrloche zudrängt, auf der Lagerstätte aufzulösen und die gesättigte Soole aus der Tiefe des Bohrloches zu Tage zu pumpen.

Man bereitet die Soole ferner durch Auflösen von bergmännisch gewonnenem Steinsalz, da, wo dieses für schwache Soolen bei der Nähe von Steinsalzbergwerken billig zu haben ist, und auf den Steinsalzbergwerken selbst, wo in der Regel aus dem Schachte, oder auch bei Aufschlüssen im Bergwerke eine minder reichhaltige Soole zur Verfügung steht. Man betreibt dann neben dem Steinsalzwerke eine Saline zur Kochsalzgewinnung (Wilhelmsglück, Stetten, Erfurt, Inowrazlaw, Heilbronn). Die Auflösung geschieht entweder über Tage oder sogleich in den Grubenräumen, so dafs die gesättigte Soole zu Tage gepumpt wird. Oder man verzichtet auf die trockene Gewinnung des Steinsalzes und baut das Lager durch Zuleiten süfser oder schwach salziger Wasser ab, wobei man durch geeignete Vorrichtung dem Lösungswasser solche Wirkung giebt, dafs ein geregelter Abbau entsteht, wie in dem salzführenden Haselgebirge der österreichischen und bayerischen Alpenländer durch Sinkwerksbetrieb oder neuerdings in den Soolbergwerken durch Soolörter und Soolkammern zu Schönebeck und zu Bernburg.

Die schwachen Soolen bedürfen noch der Anreicherung durch Vorrichtungen, die eine Verwendung kostspieliger, künstlicher Wärmequellen, wie sie zur Salzgewinnung beim Versieden der Soole erforderlich ist, unnötig machen. So wie bei der Meersalzgewinnung, wo man das Wasser des Meeres durch Verteilung auf eine möglichst grofse Fläche zur schnellen Verdunstung bringt, sucht man auch für die Soolen durch möglichste Verteilung und Erzeugung grofser Oberflächen eine möglichst lange Berührung mit der Luft herbeizuführen, um durch die Einwirkung des Windes und der Sonnenwärme das Wasser schnell zum Verdunsten zu bringen. Insbesondere dient dazu ein langsames wiederholtes Betröpfeln und Überrieseln hoher Dornreisigwände bei der Dorngradirung oder Berieseln grofser, schwach geneigter Flächen bei trockener, bewegter warmer Luft, auch Stehenlassen in flachen Bassins (Dach- und Sonnengradirung).

Unmittelbares Versieden von Seewasser und schwachen Soolen kam in früherer Zeit häufiger vor, wo die Anlagen zur Anreicherung durch Verdunstung zu kostspielig gewesen sein würden, oder wo die klimatischen Verhältnisse keinen günstigen Erfolg beim Betriebe solcher Anlagen versprechen konnten. Wo Steinsalz leicht zu beziehen ist, wendet man dieses zur Anreicherung an. In Seewasser löst man Steinsalz an den Küsten Irlands auf, in Belgien, den Niederlanden, in Norwegen, wo die Anreicherung des Meerwassers zum Teil noch durch Gradirung geschieht (Walloe).

Digitized by Google

Da nach der Aufschliefsung zahlreicher Steinsalzlager leicht annähernd gesättigte Soolen gewonnen werden können, oft nur im Nebenbetriebe, so dafs die Soolgewinnung nur geringe Kosten verursacht, können neue Salinenanlagen in der Regel nur dann konkurrenzfähig sein, wenn sie ebenfalls gesättigte Soolen zur Verfügung haben. Die Verarbeitung schwacher Soolen, insbesondere deren Anreicherung durch Dorngradirung, hat deshalb mehr und mehr an Bedeutung verloren. Zahlreiche kleinere Salinen mit Dorngradirung sind zum Erliegen gekommen, andere, z. B. Schönebeck, Artern, haben sich reichere Soolen verschafft. Für einzelne Werke, wo ausgedehnte Gradirwerke vorhanden sind, hat sie auch heutigen Tages noch Bedeutung (Königsborn, Dürrenberg, Sooden u. a.), und die Gradirung behält ihre Bedeutung als ausgezeichnetes Mittel zur Reinigung der Soolen, die infolgedessen ein Salz liefern, das das aus Steinsalzsoolen gewonnene Salz an Güte übertrifft und vor letzterem beliebt macht, wobei die Bedeutung der in Steinsalzsoolen fehlenden Mutterlaugensalze für die Körnung, Lockerung und Löslichkeit, sowie für die Ernährung mitspricht. An einzelnen Orten, wo sich die Produktion im Laufe der Jahre so erhöht hat, dafs die vorhandenen Gradiranlagen nicht mehr ausreichten, um genügende Mengen angereicherter Soolen zu liefern, hat man nicht eine kostspielige Erweiterung der Gradiranlagen vorgenommen, sondern ist dazu übergegangen, das Fehlende noch durch Auflösen von Steinsalz zu ergänzen. So löst man Steinsalz in gradirter Soole zu Dürrenberg, Neusulza u. a. O. auf.

Ob man die Soolen unmittelbar versiedet, oder mehr oder weniger auf die eine oder andere Weise anreichert, richtet sich demnach nach dem Sättigungsgrade, nach der Billigkeit des Brennmaterials, des Anreicherungsmittels, der Art der vorhandenen Betriebsmittel. Die Verwendung schwacher Soolen ohne Steinsalzanreicherung hat fast ganz aufgehört. Früher verarbeitete man auch Soolen mit nur 1 und $1^1/_2$ *Pct.* Rohsalzgehalt, jetzt werden Verleihungen auf Soolquellen, die nur diesen Gehalt an Salz haben, von den Bergbehörden in Preufsen gar nicht mehr erteilt, und derartige Quellen nicht mehr als unter das Berggesetz und die Bergbaufreiheit fallend angesehen. Soolen mit 6 bis 9 *Pct.* Rohsalz benutzt man nur noch unter besonders günstigen Betriebsverhältnissen. Viele weniger bedeutende und auch alte, berühmte Salinen in Deutschland haben deshalb den Betrieb einstellen müssen. Gesättigte Soolen dadurch zu gewinnen, dafs man das Salz unmittelbar auf der Lagerstätte auflöst, erscheint vorteilhafter, als wenn man das Steinsalz in fester Form gewinnt und dann erst auflöst. Gewöhnlich bleibt aber auch das letztere bei der ersteren Gewinnungsart nicht ganz ausgeschlossen, zumal da bei der Vorrichtung der Steinsalzlager zur Aussoolung und bei der Aussoolung selbst Steinsalz in festen Stücken gewonnen und dann zur letzten Anreicherung der Soolen verwendet wird. Die Auswahl zwischen beiden Verfahrungs-

Digitized by Google

weisen entscheidet sich jedoch auch danach, ob überhaupt Förderung und Absatz von festem Steinsalz stattfindet und die Anlagen bereits völlig ausgenutzt sind oder nicht, so dafs die Gewinnung und Förderung des Steinsalzes zur Auflösung unter Tage oder über Tage keine besonderen Mehrkosten verursachen und den Durchschnittskostensatz vermindern, während die Auflösung unter Tage und die Soolförderung neben der Hauptförderung besondere, geeignete Pumpenanlagen erfordert. Auch darauf kommt es an, ob die Beschaffenheit der Lagerstätte die Gewinnung durch Auflösen der festen Salzmasse zuläfst, was bei schwacher Mächtigkeit des Lagers, starker Verunreinigung durch Anhydritschichten, die eine gleichmäfsige Auflösung verhindern, als ausgeschlossen gelten kann. Auf dem neuen Steinsalzwerke zu Heilbronn mit grofser Saline, wo ein Schacht zur Steinsalzförderung dient, löst man Steinsalz zur Soolbereitung über Tage auf. Auf den neuen Werken bei Bernburg dient von zwei Schächten einer zur Förderung fester Salze, während im anderen Schachtfelde eine Aussoolung des Steinsalzlagers betrieben wird. Auch dort wird ein Teil Steinsalz über Tage zur Anreicherung der Soole aufgelöst.

Am zweckmäfsigsten ist es, sofern man den Betrieb nicht auf einzelne Soolbohrlöcher beschränken will, in möglichster Nähe des bergmännisch aufgeschlossenen Steinsalzlagers die Saline anzulegen und dieser die im Soolbergwerke oder durch Auflösen losen Steinsalzes gewonnene Soole durch Röhrenleitungen zuzuführen (Wilhelmsglück, Erfurt, Heilbronn, Bernburg, Schönebeck).

Mit Rücksicht auf die Salzsteuer, die eine Salzgewinnung ohne steuerliche Kontrolle nicht gestattet, stehen alle Soolquellen und Soolbrunnen, z. B. in Deutschland, unter steuerlicher Aufsicht. Den Steuerbestimmungen gemäfs müssen Soolbrunnen, die zur Salzbereitung oder sonstigen gewerblichen Zwecken nicht benutzt werden, wenn möglich durch feste Verdeckung für gewöhnlich unzugänglich gemacht werden, damit nicht ohne Kontrolle Soole entnommen wird.

Natürliche Soolquellen. Die frei zu Tage austretenden Soolquellen haben in der Regel keinen genügenden Salzgehalt, um ohne weiteres zur Versiedung verwendbar zu sein. Ihr Salzgehalt wird dadurch, dafs in geringer Tiefe süfse oder wilde Wasser zu der Soole dringen und sich mit ihr mischen, vermindert, oder die Quellwasser, die die salzführenden Gebirgsschichten durchsickern, haben nicht genügend Zeit oder Gelegenheit gehabt, sich zu sättigen. Die wilden Wasser, die in geringer Tiefe den Soolgehalt vermindern, sucht man dadurch zurückzuhalten, dafs man die Quelle in einem Schachte abfängt, der durch Zimmerung gut abgedichtet ist, wobei man doppelte Wandungen mit eingestampftem Thon anwenden kann. Da hierdurch der Zweck nur unvollkommen erreicht wird, hat man es meist vorgezogen, sich dem Ursprung der Quelle durch Schächte oder Bohrlöcher möglichst zu nähern, die wilden Wasser in oberen Teufen abzufangen,

Digitized by Google

auch wohl durch besondere Stollen abzuleiten, oder sie im Schachtsumpfe zu sammeln und zu Tage zu fördern, während die Soolquelle an der Stelle, wo sie dem Gebirge im Schachte entquillt, besonders abgefangen und durch eine dicht anschliefsende, aufgesetzte Röhrentour zu Tage geleitet oder gepumpt wird.

Die Saline Artern benutzte bis zum Jahre 1838 eine natürliche Soolquelle, die durch eine offene Rösche zur Saline geleitet wurde. Jetzt nimmt sie Soole aus Soolbohrlöchern, die bis auf das Steinsalz niedergebracht sind.

Die Saline Liebenhalle bei Salzgitter im Hannoverschen verarbeitete bis zum Jahre 1851 Soole aus einer Quelle, die in einem 15,7 *m* tiefen Schachte gefafst war und durch eine Rofskunst 3,5 *m* hoch gehoben wurde. Die Soole enthielt 8,3 bis 9,7 *Pct.* Kochsalz (1,06 bis 1,07 *spf. Gew.*). Ein später niedergebrachtes Bohrloch lieferte aus 217 *m* Teufe annähernd gesättigte Soole.

Das Vorkommen von Soolquellen wird zuweilen durch die Pflanzenvegetation angezeigt. Gewisse Pflanzen gedeihen da besonders, wo der Boden mit Salzwasser getränkt ist. Dazu gehören *Artemisia maritima, Salicornia herbacea, Uredo salicorniae, Alsine marina, Aster tripolium, Atriplex hastata, Cochlearia officinalis, Plantago maritima, Chenopodium glaucum, Glaux maritima, Salsola kali, Triglochin maritimum, Scirpus maritimus* u. a.

Gewinnung von Soole aus Soolschächten oder Soolbrunnen. Wo Gebirgsschichten auftreten, die auf das Vorkommen von Steinsalz oder von Soolquellen schliefsen lassen, hat man die Quellen in früherer Zeit gewöhnlich durch Niederbringen von Schächten aufgesucht. Die geöffneten Quellen steigen dann in dem Schachte in die Höhe und oft noch über diesen hinaus (zu Dürrenberg, auf den früheren Salinen zu Teuditz und Kötzschau). Durch Pumpen wird die Soole aus dem Schachte gehoben. Schwimmer bezeichnen den Soolstand im Schachte.

Zum Abfangen und Auspumpen der wilden Wasser dient mitunter ein besonderer Schacht, der durch Querschlag mit dem Hauptsoolschachte verbunden ist, damit in diesem genügend Raum für die Soolpumpen verbleibt (früher auf der Saline zu Sooden bei Allendorf). Auch hat man, um genügenden Raum für die Soolpumpen zu haben, also um die Quelle genügend ausnutzen zu können, bis zu dem Soolspiegel des Hauptschachtes einen zweiten Schacht daneben abgeteuft, dem durch einen Querschlag die überschüssige Soole des Hauptschachtes zufliefst, so dafs sie von dort mit gepumpt werden kann (zu Dürrenberg). Die schon lange eingegangene Saline zu Stafsfurt besafs zwei Soolbrunnen von 54 und 51 *m* Teufe, ebenso hatte Kösen zwei Soolschächte. Schönebeck benutzte lange Zeit einen 74 *m* tiefen Soolschacht, er dient jetzt noch zu Badezwecken. Der Soolschacht zu Dürren-

Digitized by Google

berg[1]) (Borlachschacht) hat eine Teufe von 223 *m* und liefert noch jetzt wie vor 135 Jahren in der Minute 2,4 *cbm* Soole mit 8 bis 9 *Pct.* Rohsalz, von der etwa ein Drittel zur Gewinnung von Kochsalz verwendet wird. Ein zweiter, dicht dabei stehender Schacht ist nur etwa 16 *m* tief und hat den Zweck, die aus dem Hauptschachte in dieser Teufe durch einen Querschlag überfliefsende Soole aufzunehmen, so dafs Raum für eine genügende Anzahl Pumpen geschaffen ist, die den Soolquellenspiegel stets bis zu dieser Teufe niedergezogen halten, da sich der Quellenausflufs im Schachttiefsten bei höherem Aufsteigen des Soolspiegels infolge höheren Gegendruckes vermindert und der Rohsalzgehalt der Soole infolge Zufliefsens wilder Wasser abnimmt. Seit der Aufschliefsung der Quelle ist diesem Schachte durch die Soole eine Salzmasse entnommen, die ein Quadratkilometer 4,4 *m* hoch bedeckt, oder über 10000000 *t* Salz.

Wo die Schachtsoole nicht stark genug war, suchte man durch Niederbringen von Bohrlöchern in der Schachtsohle reichere Quellen aufzuschliefsen, so in Schönebeck, wo in der Sohle des Schachtes sieben Bohrlöcher 9 bis 11 *m* tief niedergebracht sind, in Kösen, wo die Quelle des Bohrloches abgefangen und in einer Röhrenleitung durch den Schacht und mittels Pumpen zu Tage gefördert wird, während der Schacht durch schwächere Quellsoole und wilde Wasser angefüllt ist. Die Saline ist dort seit den 60er Jahren aufser Betrieb, die 5- bis 6 *pct.* Soole dient nur noch zu Badezwecken.

In Cheshire[2]) hat man früher das Kochsalz vorzugsweise aus der Soole von Soolbrunnen gewonnen. An passender Stelle wurden $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ *m* weite Schächte 100 bis 200 *m* tief abgeteuft, die sich dann so weit mit 15 *pct.* Soole (*brine*) füllten, dafs man den Soolspiegel von Tage her sehen konnte.

Der Gutjahrbrunnen in Halle ist 29 *m* tief und liefert 0,1 *cbm* Soole mit 18 bis 19 *Pct.* Rohsalz. Lüneburg gewinnt aus zwei Schächten, von denen einer 20,5 *m* tief ist, in der Minute 0,8 *cbm* Soole mit 239 *kg* Salz im Kubikmeter. Die Soole in dem $286^1/_2$ *m* tiefen Schachte in Artern hat 25,2 *Pct.* Rohsalz, in Schönebeck liefert der 74 *m* tiefe Schacht 5 *pct.* Soole.

Die Soole wird aus den Schächten gewöhnlich in ein höher gelegenes Bassin gehoben, von wo aus sie unter genügendem Druck der Saline frei zufliefsen oder zur Anreicherung auf die Gradirwerke oder die Auflösungsanstalt verteilt werden kann.

Zum Heben der Soole hat man mitunter, z. B. zu Soóvár bei Eperies, Göpel und sogenannte Pilgen angewendet, das sind aus Ochsenhäuten zusammengenähte Säcke von fünf Eimern Inhalt. Gewöhnlich sind Hubpumpen, seltener Druckpumpen in Gebrauch.

[1]) *Bischof,* Das Salzwerk zu Dürrenberg. Berlin 1829.

[2]) *Lindig* und *Grund* in *Pr. Z.* 1858, 6, 141; *v. Hingenau, Ö. Z.* 1863, 11, Nr. 17.

Digitized by Google

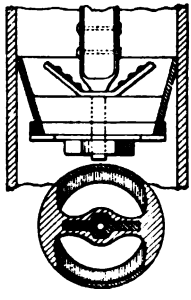
Bei der Auswahl des Materials für die Pumpen hat man zu beachten, dafs sich Holz in der Soole ausgezeichnet erhält, benutzt man doch Soolimprägnationen zum Konserviren von Holz. Wo jedoch Holz häufig von Soole durchdrungen und dann wieder trocken wird, so dafs das Salz auskrystallisirt, da fasert das Holz ab und wird zerstört. Von Metallen, die in betracht kommen, bilden Kupfer und Rotguſs ein sehr haltbares Material, weshalb es häufig für die empfindlichsten Teile der Pumpen (Ventile, Hähne, Pumpenstiefel) verwendet wird. Zwar überzieht sich das von Soole überrieselte Kupfer an der Luft mit einem grünen Belag, der es jedoch vor weiterer Zerstörung schützt. Schmiedeeisen und Guſseisen rosten in kalter Soole schnell. An guſseisernen Röhren, die zeitweiliger Soolbefeuchtung ausgesetzt sind, zeigen sich starke Rostabblätterungen, so dafs die Röhren wie gequollen aussehen, und Guſseisen, das lange Zeit von Soole umspült wird, verliert derartig seine Festigkeit, dafs es sich mit dem Messer schaben läſst. Das Eisen ist zum Teil weggeführt und vorzugsweise Graphit zurückgeblieben. Der Billigkeit wegen wird indessen Gusseisen zu einzelnen Pumpenteilen, z. B. Pumpenkolben, Steigröhren und zu Soolleitungen verwendet, während Schmiedeeisen zu Bändern, zum Zusammenhalten der Holzteile, zu Haken, Keilen, Schrauben u. dergl. verwendet wird.

Die Saug- und Hubpumpen setzen sich zusammen aus dem 3 bis 4 *m* langen Saugrohr, gewöhnlich ein ausgebohrter, hölzerner Stamm (Kiefernholz), dem Pumpenstock, einem stärkeren, kurzen, durchbohrten Stück weichen Holzes (Pappelstamm) zur Aufnahme des Saugventiles, dem je nach der Hubhöhe 100 bis 140 *cm* langen kupfernen Pumpenstiefel aus 6 bis 7 *mm* starkem, gewalztem Kupferblech, das in der Längsnaht zusammengeschweifst und verlötet ist und an beiden Enden stärkere, 10 *cm* breite aufgenietete Ringe (Wülste) von Kupfer trägt, womit der Pumpenstiefel in den Pumpenstock und in das darauf folgende Aufsatzstück eingelassen und mit Holzkeilen abgedichtet und befestigt wird. Das Aufsatzstück oder Hubrohr, 3 bis 4 *m* lang, ist aus Holzbohlen in Daubenform faſsartig zusammengefügt, die durch eiserne, mit Schraubenbolzen zusammengezogene Ringe gehalten und dicht an einander gedrückt werden. Am oberen Rande befindet sich ein Ausguſs, durch den die Soole beim Anheben der Pumpe in den hölzernen Ausguſskasten oder das zum Ausguſskasten führende Gerinne abfliefst. In den Ausguſskasten reicht das Saugrohr der darüber stehenden Pumpe, die die Soole wiederum um eine Etage höher hebt. Die ganze Saug- und Steighöhe übersteigt in der Regel nicht 6 bis 7 *m*. In dem kupfernen Pumpenstiefel bewegt sich der Pumpenkolben, der aus Guſseisen hergestellt ist, zwei halbkreisförmige Öffnungen und in der Mitte einen Steg mit Durchbohrung zum Anbringen der Kolbenstange hat. Über den Öffnungen liegen die Lederventilklappen aus starkem Rindsleder. Um diesen Lederklappen gröfsere Steifigkeit zu geben, sind sie mit Eisenblech beschlagen, sie werden

Digitized by Google

durch die in der Mitte des Kolbens hindurchgehende und unterhalb mit Flügelschraube befestigte Kolbenstange festgehalten. Zur Abdichtung des Kolbenrandes gegen die Wandung des Pumpenstiefels, wo ein Spielraum von etwa 1 *cm* bleibt, wendet man mit Vorteil Stulpen von Guttapercha an, da sich dieses leicht in passende Form bringen läfst, auch in der Soole lange Zeit geschmeidig bleibt, bei Beschädigungen und mäfsiger Abnutzung wieder zu neuen Stulpen umgeformt werden kann und als altes Material immer noch einigen Wert hat und verkäuflich ist. Die Stulpen, 5 *mm* stark, kosten 7 bis 8 *Mk.* das Stück und halten etwa ein halbes Jahr. Der etwa 10 *cm* hohe, konische Stulpen steht zur Hälfte über der oberen Fläche des Kolbens vor. Um den unteren Rand wird ein Eisenring gelegt, dann der konische Kolben in den Eisenring gepreſst, der gegen Abgleiten durch ein Unterlageisen gehalten wird. Das Unterlageisen wird durch die am Ende der Kolbenstange angreifende Flügelmutter fest an die untere Kolbenfläche angezogen (s. Fig. 101). Alte Stulpen aus Guttapercha werden in heifsem Wasser weich gemacht, geknetet und ausgewalzt, worauf aus den Platten nach Schablonen neue Stulpen geschnitten werden. Die Enden werden mit einem heifsen Eisen bestrichen, fest auf einander gepreſst und mit kleinen Messingnieten zusammengehalten. Der Rand wird mit dem heifsen Eisen abgerundet. Das in dem Pumpenstocke auf der Ringfläche einer Ausweitung aufliegende Saugventil besteht aus einer Lederklappe, die mit Eisenblech beschlagen und auf einer Seite der Ringfläche mit Messingschrauben im Pumpenstocke befestigt ist. Die Lederklappen halten bis zu einem Jahre.

Fig. 101.



Um zu dem Saugventile gelangen und die Klappe auswechseln zu können, hat der Pumpenstock eine seitliche Ausbohrung, die mit einem starken Holzpflock verspundet ist. Die Kolbenstange, die hauptsächlich auf Zug beansprucht wird, ist eine geschälte Holzstange, die unten einen Schuh von Schmiedeeisen mit Zapfen und Schraubende zur Verbindung mit dem Pumpenkolben trägt, oben eine starke, schmiedeeiserne Öse hat, mit der sie an das neben der Pumpe vorbeiführende Hubgestänge angeschlossen wird. Zapfen und Öse tragen zur Verbindung mit der Kolbenstange gabelförmige Laschen, die die Holzstange umschliefsen und durch Eisenbolzen mit Schraube fest angepreſst werden. Mit dem hölzernen Hubgestänge sind die Kolbenstangen durch schmiedeeiserne, nach unten oder oben abgestützte Arme mit Haken verbunden. Die Arme umfassen das Hubgestänge und werden durch Schraubenbolzen am Verschieben gehindert.

Über dem Soolschachte, aus dem die Pumpen heben sollen, befindet sich zu deren Aufstellung, Befestigung und Schutz ein gezimmerter oder gemauerter Aufbau, der Kunstturm, auf dessen höchstem Stock-

Digitized by Google

werke das Sammelbassin für die Soole steht, in der Regel mit den erforderlichen Meſsvorrichtungen, durch die die Menge der geförderten Soole bestimmt werden soll. Von hier fließt die Soole dann zur weiteren Zubereitung und Verarbeitung ab.

Das Hub- oder Kunstgestänge läuft vertikal neben den Pumpen durch Schacht und Turm hindurch und trägt auf den einzelnen Stockwerken entsprechend den Pumpensätzen die zum Anhängen der Kolbenstangen seitlich befestigten Hakenarme. Zur gleichmäſsigen Belastung empfiehlt es sich, je zwei Pumpen neben einander aufzustellen, zwischen denen das Kunstgestänge Platz findet, so daſs die Kolbenstangen an gegenüberliegenden Hakenarmen anhängen und einseitiger Zug beim Anheben vermieden wird. Die Hubgestänge, etwa 19 bis 20 *cm* im Quadrat stark, bestehen aus Fichtenholz und sind in einzelnen Längen stumpf auf einander gestoſsen, haben jedoch an den Enden seitliche Verzahnung, die in eine gleiche Verzahnung der zu beiden Seiten angelegten Holzlaschen passen. Die Holzlaschen werden durch eiserne Ringe fest an die Enden der Hubstangen angedrückt und auſserdem durch durchgesteckte eiserne Bolzen gehalten, die das Verschieben der Ringe verhüten.

Zur Übertragung der Bewegung von der Triebmaschine (Dampfmaschine oder Wasserrad) auf das Hubgestänge dient das Feldgestänge und das Kunstkreuz. Das Kunstkreuz, aus Holz, jetzt häufiger aus Guſseisen gefertigt, hat vier Arme, die bei Holzkreuzen gegen einander abgesteift, bei Guſseisenkreuzen durch Guſs verbunden sind. In der Mitte ist ein starker eiserner Zapfen angebracht, mit dem das Kreuz in den Zapfenlagern aufliegt. An den in der Vertikalebene des Zapfens liegenden Armen greift das Feldgestänge an, an den horizontalen Armen das Hubgestänge, dadurch wird die horizontale Bewegung des Feldgestänges in die senkrechte Bewegung des Hubgestänges übertragen. Der Anschluſs an die mit Zapfen versehenen Arme geschieht durch Scheeren, zwischen denen das Hubgestänge hindurchgeht, so daſs die Kraft in centraler Richtung wirkt und das Kunstkreuz nicht aus der Lage gebracht wird. Infolge seines Gewichtes und des Gewichtes des auf ihm lastenden Hubgestänges, das sich jedoch auf beide Seiten verteilt und deshalb bei der Bewegung ausgleicht, wird das Kunstkreuz in offenen Lagern gehalten. Übrigens stehen die Arme des Kunstkreuzes genau senkrecht zur Bewegungsrichtung des Feld- und des Hubgestänges. Durch das Feldgestänge ist es möglich, die Bewegung einer Betriebsmaschine auf weite Strecken zu übertragen. Bei gröſseren Längen dienen zur Unterstützung die Schwingen, die auf gemauerten Stützpfeilern oder Holzböcken in Zapfenlagern liegen und, je nachdem ein einfaches oder doppeltes Feldgestänge vorhanden ist, einarmig oder zweiarmig sind. Man stellt die Schwingen senkrecht oder horizontal, je nachdem von einer Maschine nur zwei neben einander liegende, oder zwei oder vier

Digitized by Google

paarweise über einander liegende Feldgestänge ausgehen. Liegen je zwei Feldgestänge über einander, so wird die Bewegung von der Hauptschubstange der Maschine (Lenkerstange) durch eine zweiarmige Hauptschwinge auf das Feldgestänge übertragen. Die Feldgestänge fertigt man entweder wie die Hubgestänge aus Holz mit derselben Verbindung, oder aus Schmiedeeisen mit Schraubenmuffen- und anderen Verbindungen. Hauptschwingen und Stütz- oder Hülfsschwingen werden ebenfalls aus Holz gefertigt, oder sie sind aus Gufseisen hergestellt. Zur Geradeführung der Hubgestänge sind in den Böden der einzelnen Stockwerke des Kunstturmes hölzerne Führungsbretter befestigt, und auf der Höhe des Kunstturmes ist eine Balancierschwinge verlagert, über deren kreisförmigen Armenden sich Hängeketten legen, an denen die Hubgestänge angehängt sind, so dafs bei Brüchen im Feldgestänge oder Hubgestänge dieses nicht herabstürzen kann.

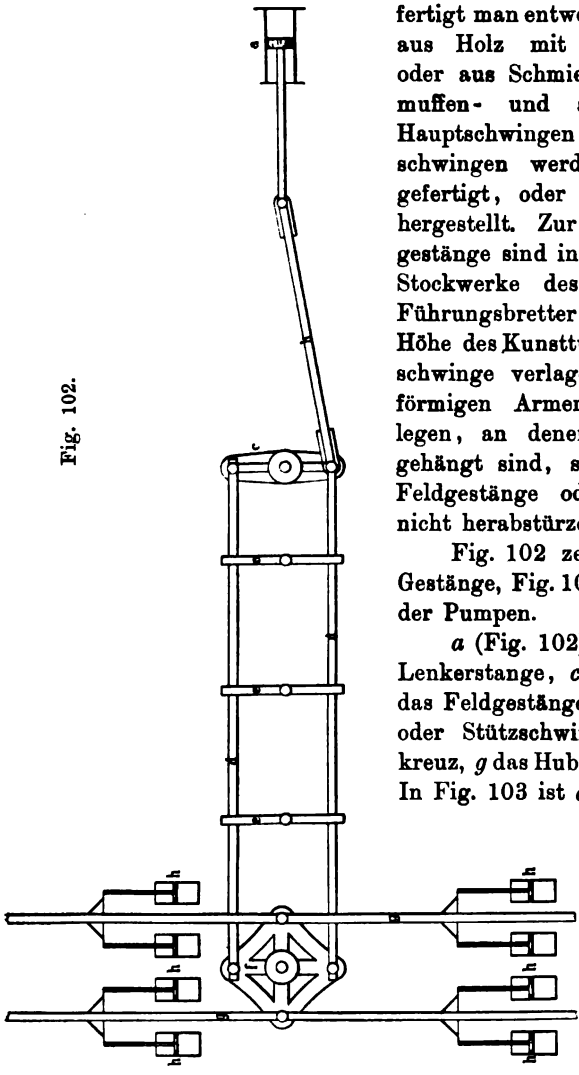


Fig. 102.

Fig. 102 zeigt die Anordnung der Gestänge, Fig. 103 die Zusammensetzung der Pumpen.

a (Fig. 102) ist die Maschine, *b* die Lenkerstange, *c* die Hauptschwinge, *d* das Feldgestänge, *e* sind Hülfsschwingen oder Stützschwingen, *f* ist das Kunstkreuz, *g* das Hubgestänge, *h* sind Pumpen. In Fig. 103 ist *a* der Soolspiegel, *b* das Saugrohr, *c* der Pumpenstock, *d* das Klappenventil, *e* die verspundete Zugangsöffnung, *f* der kupferne Pumpenstiefel, *g* das Aufsatzstück mit Ausgufs *h*, *i* der Ausgufskasten oder das Gerinne, *k* der Pumpenkolben mit den Ventilklappen, *l* die Kolbenstange, *m* der Hakenarm, *n* das Hubgestänge.

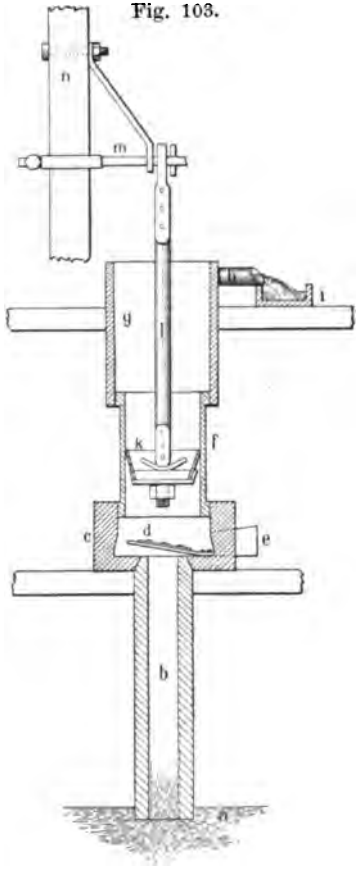
An Stelle der Schwingen wendet man zur Geradeführung der Feldgestänge auch Gleitrollen an, die auf kurzen, auf Holzböcken befestigten Schienen laufen (Salzungen). Eine Verände-

Digitized by Google

rung der Bewegungsrichtung im Winkel wird durch Winkelkreuze vermittelt.

Zum Betriebe des Kunstgezeugs dienen bei vorhandener Wasserkraft Wasserräder (in Kösen, Dürrenberg, Sooden), gewöhnlich unterschlächtige Räder. Das Flufswasser ist dann oberhalb der Radhäuser durch Wehrdämme, die quer durch den Flufs gehen, aufgestaut. Das gröfste der in Dürrenberg betriebenen drei Wasserräder hat 12 *m* Durchmesser, ist mit hohlgewölbten Eisenblechschaufeln versehen und greift wie die beiden anderen Räder mit den auf den Enden der Welle sitzenden, um 90° gegen einander versetzten Kurbeln an je eine Lenkerstange an, von denen jede eine zweiarmige Hauptschwinge bewegt. Die drei Räder übertragen mit zwölf Feldgestängen und sechs Kunstkreuzen die Bewegung auf zwölf Hubgestänge, von denen jedoch nur acht den Zweck haben, Rohsoole aus den Schächten zu pumpen, während vier Gestänge die Pumpen für Gradirwerkssoole betreiben. Im ganzen hängen an diesen Hubgestängen 44 Rohsoolpumpen in zwei bis sechs Hubsätzen und 14 andere Soolhubpumpen in zwei oder drei Hubsätzen. Eiserne Druckpumpen hat man in Kösen neben hölzernen Hubpumpen im Soolschachte eingebaut und an das hölzerne Kunstgestänge angeschlossen.

Fig. 103.



Gewinnung von Soole aus Bohrlöchern[1]). Billiger auszuführen als Schächte sind Soolbohrlöcher, die in einem Durchmesser von 50 bis 30 *cm*, auch darunter, bis zur Erschliefsung reichhaltiger Quellen, oft nahezu gesättigter Soolen, wo Steinsalzlager vorkommen, bis in das Steinsalz, am besten bis zu dessen Liegenden, niedergebracht werden. Mit Bohrlöchern kann man schneller und leichter in gröfsere Teufen gelangen als mit Schächten, und man ist in der Lage, die wilden Wasser aus oberen Teufen unschädlich zu machen.

[1]) *Pr. Z.* 1876, **24**, 12 (*Mehner*).

Digitized by Google

Zur Ausführung der Bohrlöcher bedient man sich des Diamantbohrers (drehendes Bohren), eines Kernbohrers mit Hohlgestänge und Wasserspülung, wenn man zur Untersuchung der Lagerstätte feste Gebirgskerne erhalten will, oder, wo es nicht darauf ankommt, des stofsenden Bohrens mittels eines Meifselbohrers mit steifem, eisernem Gestänge. In lockeren Gebirgsschichten, die die festen Gebirgsschichten gewöhnlich überlagern, benutzt man unter drehendem Bohren den Hohlbohrer aus Eisenblech, die Schappe. An Stelle des stofsenden Bohrens mit steifem Gestänge, wobei das Arbeitsstück beweglich eingerichtet ist (Freifallstück), bedient man sich wohl auch des am Seile hängenden Bohrers, des Seilbohrens, eines Verfahrens, das z. B. bei Soolbohrlöchern der Saline Egestorffhall und anderen angewendet worden ist, bei den Chinesen jedoch schon vor undenklichen Zeiten zur Erschliefsung von Soolquellen benutzt worden ist und daher chinesische Bohrmethode genannt wird [1]). Das Verfahren ist besonders in Pennsylvanien bei Bohrungen auf Petroleum ausgebildet worden, und heifst deshalb auch pennsylvanisches Bohrverfahren [2]).

Man bohrt mit Meifsel- oder Kronenbohrer. Auf der Saline Louisenhall bei Göttingen hat man mittels Seilbohrens ein 361 *m* tiefes Bohrloch von 314 *mm* Weite niedergebracht [3]).

Wenn das Gebirge ein Zusammenbrechen und ein Verschütten des Bohrloches befürchten läfst, oder wenn ein übermäfsiges Eindringen süfser Wasser aus höheren Gebirgsschichten verhütet werden soll, müssen die Bohrlochswandungen verkleidet werden, das Bohrloch wird verröhrt. Bei der Verröhrung findet Kupfer als zu teuer selten Anwendung. Holz ist für Soolbohrlöcher das beste Material, Eisen weniger gut, jedoch am billigsten und die Verröhrung damit am leichtesten auszuführen. Die Röhren aus Eisenblech werden in der Längsnaht vernietet, auch wohl noch verlötet und durch Verschraubung oder durch Muffen mit Vernietung mit einander verbunden. Zum Schutze gegen Verrosten verzinnt man das Eisenblech, was jedoch keinen bleibenden Schutz gewährt. Für Holzröhren, die zur Isolirung der Soolbohrlöcher vorzugsweise geeignet sind, wählt man seltener Eichen- oder Buchenholz, als vielmehr Fichten- und Kiefernholz. Bei engeren Bohrlöchern nimmt man im ganzen ausgebohrte oder längs gespaltene Stämme, wobei die beiden Hälften besonders bearbeitet, mit Döbbeln auf einander gepafst und durch Metallringe zusammengehalten werden. Bei gröfseren Bohrlöchern stellt man die Röhren aus einzelnen Dauben her, die durch kupferne oder messingene Ringe zusammengehalten werden. Die Ringe sind in die Dauben versenkt und durch Messing-

[1]) *P. J.* 1847, 105, 14.
[2]) *Althans, Pr. Z.* 1877, 25, 29. *Dr. Klose*, ebend. 1894, 42, 347.
[3]) *B.- u. H. Z.* 1870, S. 33.

Digitized by Google

schrauben mit versenkten Köpfen befestigt, damit die Aufsenfläche völlig glatt bleibt und die Röhren sich leicht in das Bohrloch einsenken lassen. Die einzelnen Röhren werden stumpf auf einander gestofsen und durch eiserne Büchsen, die zur Hälfte in dem Kopfe der unteren, zur Hälfte im Fufse der oberen Röhre stecken, verbunden, aufserdem erhalten sie durch Metallringe, die an der Verbindungsstelle umgelegt werden, den erforderlichen Halt, auch werden letztere allein angewendet.

Zu Liebenhalle bei Salzgitter[1]) fertigte man die Röhren aus $6^1/_4$ *m* langen Tannenstämmen, die in zwei Hälften geteilt und so bearbeitet wurden, dafs der innere Durchmesser 130 *mm*, der äufsere 183 *mm* betrug. Die Hälften wurden durch fünf Döbbel an einander gefügt. Jede Röhre erhielt in der Mitte einen 4 *cm* hohen, 2 *mm* starken Kupferring, der mit messingenen Holzschrauben befestigt wurde. 21 *cm* hohe Kupferblechmuffen von derselben Stärke verbanden je zwei Holzröhren und wurden ebenfalls mit Messingschrauben befestigt. Die Kupferringe waren ihrer Stärke entsprechend in das Holz eingelassen.

Bei dem Bohrloche Nr. 4 zu Elmen[2]) stellte man die Röhren aus Dauben von Eichenholz her. Jede Röhre bestand aus sieben Dauben, die aus 16 *cm* breiten und 6 *cm* starken Brettern gefertigt, genau nach Schablone so bearbeitet waren, dafs sie in den Fugen genau auf einander pafsten und eine Röhre von 24,8 *cm* innerem und 31,4 *cm* äufserem Durchmesser bildeten. Die Wandstärke war danach 33 *mm*. Die Döbbel zur Verbindung der Dauben waren etwa 9 *mm* stark und 4 *cm* lang und standen etwa 94 *cm* von einander ab.

Nachdem die Röhren verdöbbelt waren und vorläufig durch einen eisernen Ring Halt bekommen hatten, wurden sie auf der Drehbank glatt abgedreht und es wurde dann der Rand zur Aufnahme der Muffe eingedreht. Die Muffen aus Kupferblech waren 21 *cm* hoch, mit Hartlot gelötet und je mit 28 Messingschrauben befestigt, davon je zwei auf jede obere und jede untere der sieben Dauben. In gleicher Entfernung der Döbbel wurden 7 bis 8 *cm* hohe kupferne Bundringe um die Röhren versenkt gelegt, so dafs sie mit den Enden 65 *mm* über einander griffen, wo sie mit drei Messingschrauben befestigt wurden.

Kupferröhren wird man nur da anwenden, wo Holzverkleidung die Bohrlöcher zu sehr verengen würde. Beim Bohrloche Nr. 3 zu Elmen hat man Kupferröhren von 196 *mm* lichter Weite und $3^1/_4$ *mm* Stärke angewendet. Auf den Längsnähten waren sie mit Hartlot verlötet, unter einander durch 314 *mm* lange Kupfermuffen verbunden, die mit je 20 Stück kupfernen Nieten vernietet und mit Zinnlot verlötet wurden. Bei einem Bohrloche zu Neusalzwerk hat man den unteren Teil auf 188 *m* Länge mit Kupfer verröhrt, während der obere Teil bis 470 *m* Teufe mit Holz verkleidet worden ist.

---

[1]) *Kasten* und *v. Dechens Arch.* 1854, 26, I, 54.
[2]) *Pr. Z.* 1861, 9, 143.

Digitized by Google

In lockerem Gebirge setzt man gewöhnlich zunächst eine weitere Röhrentour ein, durch die die Hauptröhrentour später hindurchgesenkt werden muſs. Diese wird als Bohrtäucher bezeichnet und aus Holz, ähnlich wie die Hauptröhrentour, zusammengesetzt, sie erhält unten zum Einschneiden in das Gebirge einen verstählten Eisenschuh. Läſst sich der Bohrtäucher, oder lassen sich die Röhren nicht von selbst senken, so muſs durch Rammen oder Bauschrauben nachgeholfen und am Fuſse der Röhrentour, wenn nötig, nachgearbeitet werden.

Um an der Stelle, wo das Steinsalzlager beginnt, einen wasserdichten Abschluſs gegen die höheren wasserführenden Gebirgsschichten zu erhalten, bringt man Betonmasse in das Bohrloch bis über die Stelle hinaus, die abzudichten ist, läſst erhärten und bohrt durch den Beton mit schwächerem Bohrdurchmesser, oder, wenn der Raum für die Betonmasse vorher erweitert war, mit demselben Durchmesser weiter. Solcher Beton besteht z. B. aus 2 *Tln.* Portlandcement, 1 *Tle.* hydraulischem Kalk und 1 *Tle.* Traſs. Bei dem Bohrloche Nr. 4 zu Elmen hatte man auf den 5 bis 6 *m* hoch betonirten Teil des Bohrloches die hölzernen Röhren aufgesetzt, die jedoch noch einen Spielraum von 33 *mm* gegen die Bohrlochwandung lieſsen. Die unterste, mit kupferner Muffe versehene Röhre hatte fünf schlitzförmige Öffnungen. Nachdem die Röhrentour festgestellt war, wurde von neuem Beton bis zu etwa $1^1/_4$ *m* über den untersten Rohrrand eingebracht. Durch die Schlitze trat der Beton in den ringförmigen Raum hinter der Bohrlochsröhre und dichtete diese gegen die Bohrlochswandung und den unteren Betonblock gut ab. Nach acht Tagen war die Masse völlig erhärtet, so daſs sie in der unteren Röhre und darunter bis zum Steinsalzlager ausgebohrt werden konnte. Da das Bohrloch zunächst schon tiefer niedergebracht war, hatte man den nicht zu betonirenden unteren Teil mit Sand zugefüllt und darauf die Betonmasse gebracht. Dasselbe Verfahren ist auch bei anderen Bohrlöchern zu Elmen, Schönebeck und Neusalzwerk angewendet worden.

Oft sind die Bohrlöcher völlig trocken, dann ist zur Auflösung des Steinsalzes auf dem Lager, ebenso wie bei den durch Verröhrung völlig isolirten Bohrlöchern, die künstliche Zuführung von Wasser nötig. Mitunter ist die künstliche Wasserzuführung nur während der ersten Monate des Betriebes erforderlich, nach und nach dringen die Quellen durch die Gebirgsschichten bis zu dem Bohrloche in immer reichlicherer Menge, so daſs die künstliche Zuführung eingestellt werden kann (z. B. bei dem Soolbohrloche zu Neuhall bei Stotternheim). Rücker[1]) teilt aus Bosnien mit, daſs man bei Niederbringung eines Bohrloches auf Steinsalz in der Nähe der Stadt Dolnja-Tuzla kein Wasser und keine Soole vorfand und sich zum Abteufen eines Schachtes in 40 *m* Entfernung vom Bohrloche entschloſs. Dieser erhielt bei 160 *m* Teufe so

[1]) *Ö. Z.* 1893, **41**, 249 ff.

Digitized by Google

reichliche Wasserzuflüsse und zuletzt so schwere Soole, dafs man es für unvorteilhaft hielt, den Schacht zu vollenden und sich entschlofs, mit einem Bohrloche das Lager zu erreichen. Inzwischen hatte das bisher trockene Bohrloch ebenfalls Wasserzuflüsse erhalten und zeigte vollgrädige Soole.

Zur Soolhebung aus Bohrlöchern dienen Saug- und Hubpumpen aus Kupfer und Rotguſs, deren Saugrohr bis nahe auf die Sohle des Bohrloches reicht, jedenfalls bis in die gesättigte Soole hinein, die stets den unteren Teil des Bohrloches ausfüllt. Wo nicht eine unter Druck stehende Soolquelle angebohrt ist, die das Bohrloch teilweise oder ganz mit Soole anfüllt, sondern wo die Soole durch Auslaugen eines angebohrten Steinsalzlagers gewonnen werden soll, wird süfses Wasser oder verfügbare leichtere Soole dem Bohrloche zugeführt, die dann den hohlcylindrischen Raum zwischen Saugrohr und Bohrlochwand ausfüllt, und in dem Mafse, wie die schwerere Soole aus dem Tiefsten heraufgepumpt wird, nach unten sinkt und sich beim Durchgang durch das Steinsalzlager allmählich anreichert. Die oberen Schichten des Salzlagers werden dabei immer zuerst angegriffen. Die Flüssigkeitssäule im Saugrohre der Pumpe wird durch die äufsere Flüssigkeitssäule im Bohrloche im Gleichgewicht gehalten. Die Höhenstände beider Flüssigkeitssäulen stehen im umgekehrten Verhältnisse der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten. Nimmt man an, dafs eine Süfswassersäule im Bohrloche einer Flüssigkeitssäule von nahezu gesättigter Soole im Saugrohre der Pumpe das Gleichgewicht hält, so wird der Soolspiegel im Saugrohre im umgekehrten Verhältnisse der spezifischen Gewichte, also $\frac{1}{1{,}2}$ oder bei 120 *m* Bohrlochstiefe und Wassersäulenhöhe 20 *m* unter dem Wasserspiegel liegen. Die Soole ist dann, wenn eine Saughöhe von 4 bis 6 *m* angenommen wird, noch mindestens 14 bis 16 *m* zu heben, damit sie über Tage abfliefsen kann, und höher, um in die Soolbassins zu gelangen.

Fig. 104.

Die gebräuchlichsten Pumpen sind durch die beistehende Fig. 104 veranschaulicht.

Der unterste Teil des Saugrohres ist zum Eindringen der Soole seitlich durchlöchert. Das Ventilrohr *a* enthält das nach oben sich öffnende messingene Saugventil *b*, über demselben befindet sich der Pumpenstiefel *c*, in dem der kupferne Kolben *d* an einer eisernen oder hölzernen Kolbenstange *e* durch die Betriebsmaschine bewegt wird. Die dunkleren Linien an dem Kolben und den Ventilen bezeichnen die

Digitized by Google

Lederliderung. Beim Anheben des Kolbens öffnet sich das Saugventil und Soole dringt über das Ventil in den Pumpenstiefel. Beim Niedergange des Kolbens schliefst sich das Saugventil, die Soole tritt durch die Kanäle *g* des Kolbens bis über die sich öffnenden Ventilklappen der über den Kolbenkanälen liegenden Hubventile *h*. Beim Anheben des Kolbens wird dann die ganze über dem Kolben stehende Flüssigkeitssäule gehoben. An dem oberen, mit Ausgufs versehenen Teile der Aufsatzröhren *k* fliefst die Soole ab.

Zweckmäfsigerweise läfst man die Soole nicht im Maschinengebäude selbst frei in offene Behälter abfliefsen, da die Luft in dem Maschinenraume mit Soolteilchen erfüllt wird, die das Eisen der Maschinenteile angreifen und sehr schnell zum Rosten bringen. Man verschliefst deshalb auch wohl die oberste Öffnung der Aufsatzrohre, indem man die Kolbenstange durch eine Deckelplatte führt und die Soole durch Röhren in verschlossene Behälter abfliefsen läfst. Eine Anordnung, die diesen Bedingungen genügt, zeigt Fig. 105 einer Soolpumpe auf den Clarence-Salzwerken in Middlesborough in England. *a* ist der Einlauf des Lösungswassers, *b* der Stopfbüchsenverschluſs des Hubgestänges, *c* Soolablauf, *d* Windkessel, *e* Pumpengestänge.

Wo die Kolbenstange im Hubrohre Spielraum haben mufs, hat man den Deckelverschluſs schlittenartig verschiebbar gemacht, wie zu Neuhall bei Egestorffhall bei Hannover.

Bei einem Durchmesser des verröhrten Bohrloches von 15 *cm* kann man den Saugröhren 5 bis 6 *cm*, der Kolbenröhre 10 bis 11 *cm* und den Aufsatzröhren 11 bis 12 *cm* Durchmesser geben. Die Hubhöhe ist dabei 90 bis 100 *cm*. Bei weiteren Bohrlöchern können entsprechend stärkere Pumpen, auch noch gröfserer Kolbenhub angenommen werden. Wichtig ist, dafs die Saugröhren völlig dicht sind, da durch undichte Stellen das äufsere, noch wenig salzhaltige Wasser angesaugt wird. Um dies zu vermeiden, ist es zweckmäfsig, das Kolbenrohr möglichst tief zu legen, wodurch auch erreicht wird, dafs die Soole mit Überdruck beim Anheben des Kolbens nachdringt und die in den engen Röhren bedeutenden hydraulischen Widerstände überwinden hilft.

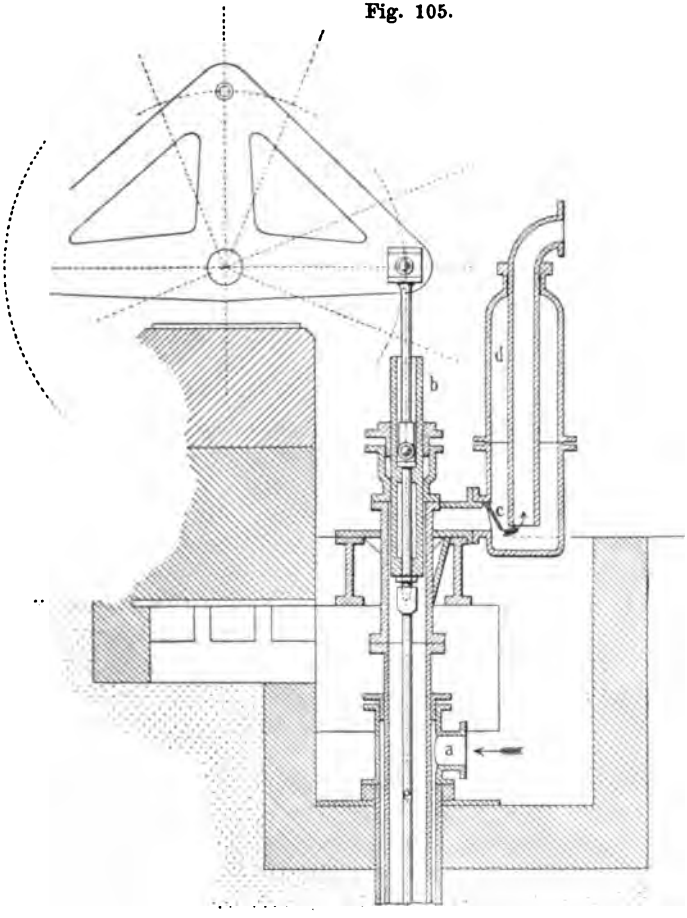
Durch Ansätze von Gyps, was besonders bei längeren Ruheständen vorkommt, kann sich das Ventil verstopfen. Die Pumpe mufs dann herausgenommen und gereinigt werden. Eine Gypsabscheidung tritt ein, wenn sich Soole der oberen Schichten mit wenig Chlormagnesium und Chlorcalcium, aber viel Gyps, mit Soole aus den unteren Schichten, die an Kochsalz und jenen Chlorverbindungen reich ist, im Bohrloche mischt.

Die Übertragung der Bewegung von der Betriebsmaschine auf die Pumpe geschieht seltener direkt, als mittels Balanciers, oder, wo die Betriebsmaschine, wie bei Wasserrädern, vom Bohrloche weitab steht, mittels Feldgestänge und Kunstkreuz. In Egestorffhall hat man mit Vorteil die Kraft der Betriebsmaschine durch ein hydraulisches Gestänge

Digitized by Google

mehrere hundert Meter weit auf die mit Banlanciers versehene Soolhebemaschine übertragen. In dem benachbarten Georgenhall wendet man zu voller Zufriedenheit einen Petroleummotor an. Da das Herausziehen der Soolpumpen zum Reinigen von Ansätzen und zum Ausbessern lästig und zeitraubend ist, so hat *C. F. Claus* in Middlesborough am Tees [1]) ein Verfahren vorgeschlagen, wonach die Soole durch ein bis ins

Fig. 105.



tiefste eintauchendes Steigrohr in dem luftdicht abgeschlossenen Bohrloche durch eingepreſste Luft oder eingepreſstes Wasser zu Tage gedrückt wird. Die Luftdruck- oder Wasserdruckpumpe steht dann jederzeit zugänglich über Tage. Dichte Verröhrung und undurchlässige Gebirgsschichten sind eine Voraussetzung für den Erfolg des Verfahrens, die meist nicht erfüllt ist.

[1]) *P. J.* 1868, **187**, 32.

Digitized by Google

Auch andere Pumpeneinrichtungen werden vereinzelt zur Soolhebung angewendet, z. B. Membrandampfpumpen auf der Saline zu Schönebeck, Mammutpumpen (von *A. Borsig* zu Tegel bei Berlin) auf der Saline zu Saaralben, Deutsch-Lothringen, zu Stade, Hannover und zu Rheinfelden, Schweiz.

Die Membrandampfpumpen wirken unmittelbar durch den Dampfdruck und das durch Kondensation des Dampfes entstehende Vakuum. Die Soole wird durch den kondensirten Dampf etwas verdünnt. Sie bieten den Vorteil, dafs eine besondere Betriebsmaschine entbehrlich wird.

Die Mammutpumpen [1]) arbeiten ohne Ventile in der Weise, dafs gepreſste Luft in angemessener Tiefe unter dem Soolspiegel in das Steigrohr eingeführt wird, sich mit der Flüssigkeitssäule mischt, diese infolge dessen spezifisch leichter macht, so dafs sie durch den Druck der äufseren schwereren Flüssigkeitssäule zum Ausfliefsen gebracht wird. Die Einrichtung erfordert eine besondere Luftkompressionsanlage und ist dadurch kostspielig. Vorteilhaft ist der Wegfall der Ventile und die Einfachheit der der Soole und ihrer schädigenden Wirkung ausgesetzten Pumpenteile.

Die Tiefe einiger Soolbohrlöcher in Meter ist folgende:

Mondorf 700, Neusalzwerk 696, Schöningen 517, Sülbeck 393, Stotternheim 335, Salzbronn 238, Liebenhalle bei Salzgitter 201, Ernsthall bei Buffleben 200, Rappenau 220, Sulz am Neckar 205, Hamersheim 194, Dürrheim 179, Schwenningen 173, Friedrichshall 146, Clemenshall 148, Wimpfen 135. Die Bohrlöcher bei Schönebeck sind bis zu 580 *m* tief.

Der Bohrlochsbetrieb ist zweckmäfsig überall da anzuwenden, wo es sich um Ausbeutung unterirdischer Soolquellen oder salzhaltiger, unter der Thalsoole gelegener Gebirgsschichten und minder reiner oder nicht sonderlich mächtiger Steinsalzlager handelt, die für den bergmännischen Abbau oder die Gewinnung durch Aussoolung nicht geeignet sind.

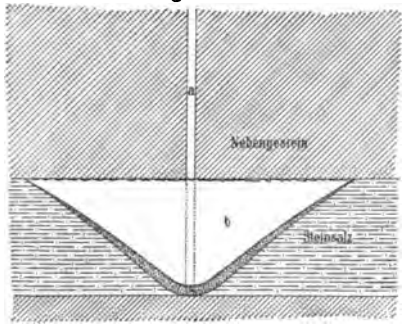
Bei der Aussoolung der Steinsalzlager durch Bohrlöcher bleiben dadurch, dafs die einzelnen Bohrlöcher in gröfserer Entfernung von einander angelegt werden müssen, um das Durchbrechen der Zwischenwände und das Zusammenstürzen des Deckgebirges zu verhüten, bedeutende Mengen der Lagermasse unbenutzt liegen und gehen beim Zusammenbrechen der ausgesoolten Hohlräume verloren. Diese Hohlräume nehmen eine trichterförmige Gestalt an, woraus die unvorteilhafte Ausnutzung der Lagermasse zu erkennen ist. In dem Steinsalzbergwerke zu Plömnitz bei Bernburg hat man mehrere solcher Aussoolungsräume aus dem früheren Bohrlochsbetriebe angefahren, von denen einer noch unverbrochen die Form übersehen läfst. Die Auflösung ist

[1]) *Z. d. Ver. deutsch. Ing.* 1898, 42 (*E. Josse*).

Digitized by Google

am stärksten am Hangenden der Lagerstätte, am schwächsten an der tiefsten Stelle des Bohrloches. Infolgedessen bildet sich ein flach trichterförmiger Hohlraum, dessen Wände mit Anhydrit, den unlöslichen Beimengungen des Salzlagers und Nachfall vom Hangenden bedeckt sind. Diese Bekleidung der Wände bildet eine schützende Decke, die an der tiefsten Stelle des Trichters am stärksten ist und infolgedessen den Angriff der Soole, die dort überdies schon am stärksten angereichert ist, am meisten hindert. In Bernburg ist die Tiefe des Trichters etwa 15 *m*, der Durchmesser des oberen Randes unter dem Hangenden 40 bis 50 *m* (s. Fig. 106). Die Anätzung des Hangenden hat vielleicht infolge verschiedener Härte oder durch Ansammlung von Luftblasen unterm Hangenden die Bildung kreisrunder Narben hervorgerufen, die der Decke bei greller Beleuchtung das Aussehen einer Mondlandschaft geben. Auch bei Inowrazlaw hat man solch ein Bohrloch unterfahren. Die Form ist ähnlich wie bei Plömnitz. Die eiserne Verröhrung ist noch sichtbar, auf 50 *m* Länge von unten jedoch zerstört. Blöcke und Gypsschollen aus dem Hangenden bedecken den Boden der Höhlung. An den Wandungen bemerkt man säulen-, tafel- und flach linsenförmige Gypskrystalle bis zu 10 *cm* Gröfse.

Fig. 106.



Der Bohrlochsbetrieb ist billiger, als jede andere Art der Soolgewinnung aus Steinsalz, da er die wenigsten Vorrichtungen, also ein geringes Anlagekapital und nur unbedeutende Aufsicht erfordert. Da er aber als ein Raubbau an der Lagermasse angesehen werden kann und die Oberfläche gefährdet, so ist es erklärlich, dafs man an diesem oder jenem Orte dem Gedanken näher trat, die Gewinnung des Salzes aus der Lagerstätte wirtschaftlicher und sicherer zu gestalten. Ob dies nun billiger durch die Gewinnung des Steinsalzes in fester Form oder durch planmäfsige Aussoolung in Soolörtern geschieht, wird die Erfahrung lehren, wenn die Ergebnisse längerer Jahre bei den neueren Versuchen zu Bernburg und Schönebeck vorliegen.

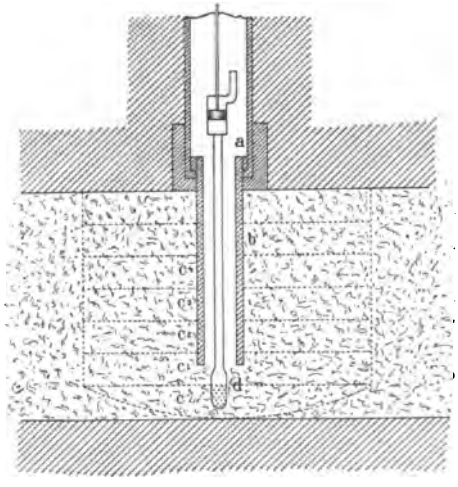
Der Gedanke, den Bohrlochsbetrieb selbst wirtschaftlicher zu gestalten, scheint nicht verfolgt zu werden, da die Unkenntnis über die Beschaffenheit der Lagerstätte und das Fortschreiten der Auslaugung eine planmäfsige Auslaugung beim Bohrlochsbetriebe nicht zuläfst. Das Ziel, einen möglichst cylindrischen Auslaugungsraum herzustellen, wie er z. B. durch die neueren Versuche beim alpinen Sinkwerksbetriebe durch centrale Verwässerung unter Anlegung von Schachtwehren und stufenweise von unten nach oben fortschreitender Himmels-

Digitized by Google

verätzung angestrebt wird, wird sich daher mangels jeder dazu geeigneten Vorrichtung der Bohrlochssoole durch Veröffnung eines breiten Feldes auf der Sohle der Lagerstätte und mangels geeigneter Mittel zur Beobachtung des Fortschreitens der Verätzung nicht erreichen lassen.

Ein Schritt zu wirtschaftlicherer Gewinnung des Steinsalzes als Soole aus Soolbohrlöchern würde es sein, wenn bei wasserdichter Verröhrung *a* des Bohrloches (s. Fig. 107) bis in das Steinsalz durch ein bewegliches Röhrenstück *b* zunächst am Liegenden des Salzlagers mit der Auslaugung begonnen würde, wobei nur so viel Wasser einzulassen wäre, als zur Verätzung nötig ist, derart, dafs immer nur ein schwacher Wasserüberdruck auf der Decke des Aussoolungsraumes ruhte. Die Aussoolung schreitet dann abschnittweise von unten nach oben fort, indem das bewegliche Röhrenstück nach und nach höher gezogen wird, so dafs das eingeführte Wasser nach einander die höheren Abschnitte

Fig. 107.



c_1, c_2, c_3 u. s. w. aussoolt. Die Pumpe wird stets aus dem Tiefsten des Bohrloches anzuheben haben. Eine genaue Kontrolle der Menge des ausgelaugten Salzes nach der Menge der entnommenen Soole, der Menge des zuzuführenden Wassers und der Höhe des Wasserstandes in der Röhre *b* würde erforderlich sein, um den Fortgang der Aussoolung annähernd beurteilen zu können. Die Aussoolung wird bei Erfüllung dieser Bedingungen weit langsamer vor sich gehen, so dafs man für den Soolbedarf eine gröfsere Anzahl Bohrlöcher zugleich in Betrieb haben müfste. Bei tieferen Bohrlöchern würde die Ausführung an dem starken Überdruck in der Steigröhre der Soolpumpe scheitern, wenn nicht der Raum aufserhalb der Steigröhre mit Wasser gefüllt gehalten werden kann.

Gewinnung von Soole aus bergmännisch gewonnenem Steinsalz[1]). Zur Bereitung von Soole durch Auflösung werden gewöhnlich die weniger reinen, mit Thon oder Anhydrit vermengten Lagen des Steinsalzlagers, auch Abfälle bei der Salzscheidung ver-

[1]) *Berggeist* 1871, Nr. 1, S. 47 (*Hellmann*); *Ö. Z.* 1875, **23**, Nr. 39 (zu Friedrichshall).

Digitized by Google

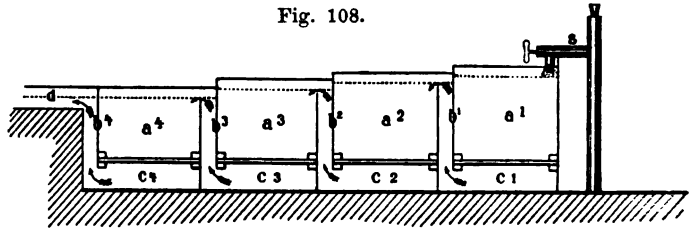
wendet, während das reinere, klare Steinsalz unmittelbar vermahlen oder in Stücken in den Handel gebracht wird. Wo genügende Wasser- oder Soolquellen in der Grube zur Verfügung stehen, löst man unmittelbar in der Grube in besonderen Behältern auf. Die fremden Beimengungen, Anhydrit, Thon, bleiben als Rückstände zurück und können dann sogleich in die leeren Grubenräume gestürzt werden, so dafs man Haldenlagerplätze dazu über Tage erspart. Die Soole wird zur Verarbeitung zu Tage gepumpt. Wo keine genügenden Wasserzuflüsse in der Grube vorhanden sind und wo man die Grubenräume trocken erhalten will, überdies zu anderen Zwecken Steinsalz zu Tage fördert, löst man über Tage auf und wirft die Rückstände auf die Halde, erspart dadurch die Soolpumpen (Erfurt, Heilbronn). Bei Inowrazlaw, auf dem Steinsalzbergwerke Pielke, benutzt man den durch die Grubenbaue aufgeschlossenen Soolbach, um gewonnenes Steinsalz in der Grube aufzulösen und gesättigte Soole für die Saline zu erhalten.

Bei der Auflösung des Steinsalzes ist zur Erzielung einer möglichst gesättigten Soole darauf zu achten, dafs das Steinsalz im Lösungskasten immer mit den frischen und weniger salzigen Teilen des Lösewassers in Berührung kommt, da es in dem gesättigten Teile unbenutzt liegen bleiben würde. Die Auflösebehälter sind in der Regel aus Holzbohlen gefügte Kasten, die durch vierkantige Rahmenstücke (Gevierte) gehalten werden. 20 bis 30 *cm* über dem Boden legt man einen Holzrost ein, aus runden oder vierkantigen Hölzern bestehend, die mit einer Fugenweite von etwa 1 oder 2 *cm* neben einander gelegt werden. Auf diesen Rost wird das Steinsalz aufgestürzt und von oben mit Wasser oder der anzureichernden Soole überbraust. Das Lösungswasser tritt von oben immer zuerst auf das frisch nachgefüllte Steinsalz, sickert durch dieses hindurch und wird unter dem Roste seitlich abgezogen. Ein einfaches Überrieseln hat jedoch nicht die Wirkung, dafs sich die Soole völlig sättigt, vielmehr bedarf es dazu eines längeren Verweilens der Steinsalzbrocken in der Soole. Zu dem Zwecke legt man mehrere Kasten (vier bis sechs) neben einander und führt die von dem ersten Kasten herkommende Soole der Reihe nach durch sämmtliche Kasten eines zusammengehörigen Systems und trifft dabei die Einrichtung so, dafs die Kasten mit dem oberen Rande schwach terrassenförmig über einander stehen. Das Wasser oder die Soole unter dem Roste tritt durch einen seitlichen Schlitz hinter einer Holzscheidewand in die Höhe, und fliefst infolge des Überdruckes im Kasten über die etwas niedrigere Scheidewand des Nachbarkastens hinweg, diesen ebenfalls wieder anfüllend, und unter dem Roste und hinter der Scheidewand des zweiten Kastens weiter in den dritten Kasten und so fort, so dafs die Soole nach und nach sämmtliche mit Steinsalz gefüllte Kasten durchfliefst und das Steinsalz völlig umspült. Den Zufluſs im ersten Kasten kann man so stellen, dafs Soole von dem gewünschten Sättigungsgrade am letzten

Digitized by Google

Kasten abfliefst. Die Anordnung ist durch Fig. 108 veranschaulicht. Von s aus wird das frische Lösungswasser oder die Soole dem Kasten a_1 zugeführt, sie durchdringt die Steinsalzfüllung, gelangt angereichert unter den Rost bei c_1, hinter der Scheidewand b_1 aufwärts in den Kasten a_2 u. s. w., und fliefst bei d ab. Auf dem Roste sammeln sich die Rückstände an, feiner Schlamm fällt durch die Fugen des Rostes auf den Boden der Kasten. Von Zeit zu Zeit werden die Kasten von Rückständen und Schlamm gereinigt. Um einen einzelnen Kasten in einer zusammenhängenden Gruppe für sich entleeren und reinigen zu können, ist es erforderlich, dafs die Ableitungskandel d an sämmtlichen Kasten vorbeiführt, damit durch Schieberöffnungen oder Spundlöcher der Abfluſs der Soole von jeder Scheidewand aus geschehen, und die Soole auch unter Überspringung eines Kastens dem folgenden zugeführt werden kann. Desgleichen ist die Leitung s an sämmtlichen Kasten vorbeizuführen, um jedem nach Bedarf frisches Lösungswasser zuführen zu können. Vor dem Reinigen des Kastens wird der über dem Boden befindliche seitliche Spund gezogen, durch den die im Kasten

Fig. 108.



stehende Soole einer Grube zufliefst, aus der sie nach der Klärung wieder in die anderen Kasten gepumpt werden kann.

In Dürrenberg benutzt man vier Gruppen zu je fünf Auflösungskasten. Die 10 gröfseren Kasten sind 2,70 m lang und breit, 1,46 m bis zum Boden tief, der Holzrost liegt 16 cm über dem Boden. Der Raum für das aufsteigende Wasser zwischen Kastenwand und Scheidewand ist 16 cm breit. Die 10 kleineren Kasten sind 2,75 m lang, 1,60 m breit und 91 cm tief. Vorzugsweise die gröfseren allein werden zur Auflösung von Steinsalz benutzt und darin jährlich 9000 bis 10000 Tonnen Erfurter Steinsalz aus der Firste und dem Mittel, das etwa 9 *Pzt.* Rückstände hat, aufgelöst. Jeder Kasten nimmt monatlich etwa 75 t Steinsalz auf, dann ist eine Reinigung von den Rückständen nötig.

Zur Klärung leitet man die Soole in Klärkasten, in denen sich der Schlamm absetzen kann. In Dürrenberg hat man dazu zwei Klärkasten, 3 m lang und breit und 1,46 m tief, die wie die Auflösekasten eingerichtet sind und zusammenhängen. Auf den Rost oder nach früherer Einrichtung auf das 16 cm über dem Boden angebrachte Holzsieb wird altes Dornreisig von den Gradirwerken gelegt, durch das

Digitized by Google

die Soole hindurchtreten mufs. Da sich das Holzsieb verstopfte, ist es später entfernt worden, und man legt nur Dornreisig ein, das durch einige eingeklemmte Holzlatten gegen den Auftrieb gesichert wird. Man läfst in Dürrenberg die Steinsalzsoole noch über ein kurzes Stück Dorngradirwerk fallen, weniger zur Anreicherung der 23 *pzt.* Soole, als zur Reinigung von Gyps und Schlamm.

Bei der unterirdischen Steinsalzauflösung auf dem Bergwerke Pielke bei Inowrazlaw, wo die 15 *pzt.* Soole des unterirdischen Soolbaches in hölzernen Auflösekasten über das Steinsalz geführt wird, hat man Klärkasten mit Filter, das aus einem Kiesbett besteht. Ganz unten liegt grober Kies, in der Mitte weniger grober, oben darauf feiner Kies. Die gesättigte Soole tritt durch dieses Filterbett von oben nach unten und gelangt dann in den gemauerten und betonirten Soolbehälter, der 50 *m* lang, 8 *m* breit und 2 *m* tief ist, aus dem die Soole durch eine Hubpumpe zu Tage gehoben wird.

Weniger einfach und kostspieliger in der Einrichtung ist der auf der Saline zu Kossow [1]) gebaute Tonnen-Laugeapparat (Fig. 109, a. f. S.), der jedoch als unzweckmäfsig in den 80er Jahren wieder aufser Betrieb gesetzt und abgebrochen worden ist. Das Salzgebirge in Kossow ist sehr reich und so gelagert, dafs es einen einfachen und billigen Abbau ermöglicht. Aus dem vorhandenen Laugewerke Plener mufs jedoch die Soole 130 *m* gehoben werden, was viel Arbeitskraft und deshalb Kosten verursacht. Es wurde deshalb eine Trockengewinnung des Steinsalzes versucht und ein Tonnen-Laugeapparat zum Auflösen eingerichtet. Er bestand aus zwei Reihen von je sechs Tonnen A_1 bis A_6, die je 10 *hl* fafsten, dem Sättigungskasten *B* mit 220 *hl* und einem Klärkasten mit 160 *hl* Fassungsraum. Tonnen und Sättigungskasten hatten über dem Boden einen hölzernen Gitterrost, auf den das Salz in faustgrofsen Stücken von der Sturzbühne *C* aus durch die Lutten a_1 bis a_7 aufgefüllt wurde. Die Laugekasten waren unter einander und mit dem Sättigungskasten durch die Blechröhren *r* verbunden. Zur Reinigung von dem abfallenden Laiste und der Beseitigung der Rückstände waren seitlich an den Tonnen nahe am Boden die wasserdicht verschliefsbaren Öffnungen *o* angebracht. Durch diese Öffnungen wurden die Laugerückstände auf die Säuberungslutten geschafft, nötigenfalls mit Wasser abgespült und auf die Halde gestürzt.

Das Steinsalz enthielt 20 bis 25 *Pzt.* Rückstände. Das Lösungswasser flofs durch die Röhre *a* nahe am Boden in die erste Tonne, trat durch den Rost aufwärts, reicherte sich mit Salz an und flofs dann von oben ab durch die Blechröhre unter den Rost der zweiten Tonne und so weiter unter immer stärkerer Anreicherung. Die Laugetonnen standen in Stufen von 63 *cm* neben einander. Dadurch, dafs die Lösung von unten nach oben den Rost und die Laugemasse durchdringt, soll

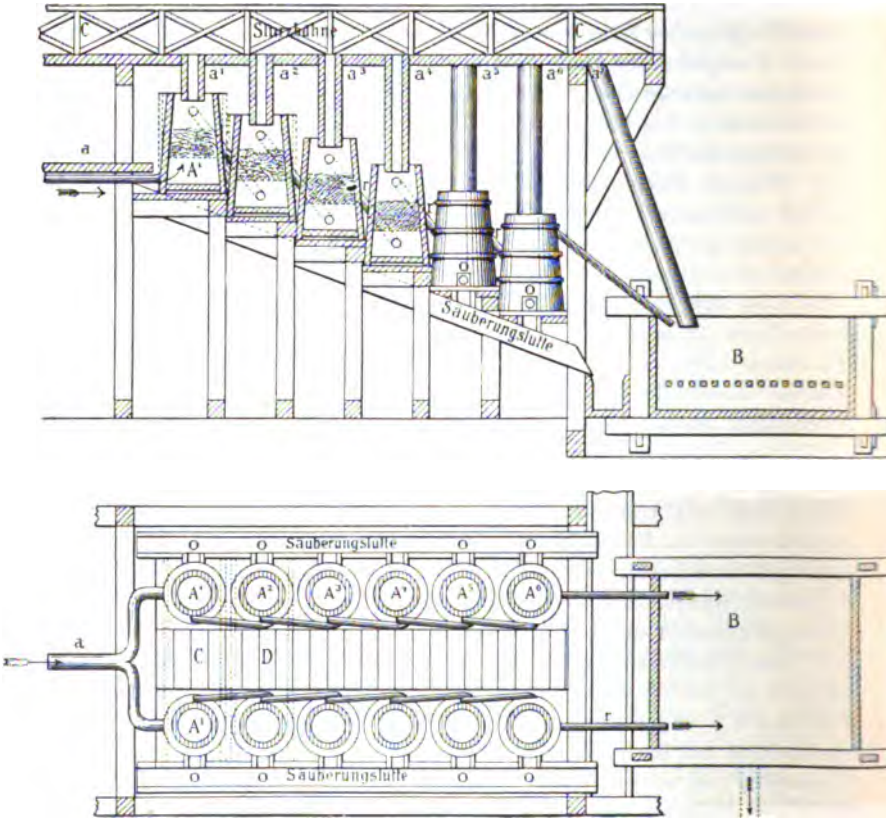
[1]) *Ö. Z.* 1879, **27**, 33; *P. J.* 1879, **232**, 520.

Digitized by Google

das Ansetzen und Verlegen des Rostes und der Laugemasse mit Schlamm verhütet werden.

Diese Art der Durchströmung des Lösungswassers von unten nach oben läfst sich ebenso gut bei gewöhnlichen Laugekasten anordnen. Indessen gelangt die Soole sehr trübe, mit Schlammmassen versetzt, in die Sättigungs- und Klärkasten. Eine Vergröfserung dieser und die Anlegung gröfserer Soolreservoire hatte sich deshalb auch als nötig

Fig. 109.



gezeigt. Die Soole erforderte mindestens drei Tage Ruhezeit, bevor sie zur Siedung verwendet werden konnte. Bei einer Leistung von 433 *hl* gesättigter Soole in 24 Stunden sind deshalb Soolbehälter von 1296 *hl* Fassungsraum erforderlich gewesen.

Die Auflösung in diesen besonderen Behältern erwies sich indessen schliefslich als teurer, als die Gewinnung der Soole in Laugewerken. 1 *hl* Soole kam auf 25 *kr.* zu stehen.

Digitized by Google

Bei unterirdischer Auflösung wählt man statt hölzerner Kasten mitunter gröfsere gemauerte Behälter, die in der Streckensohle eingebaut sind. Das Steinsalz wird in Förderwagen über die Behälter gefahren und durch Ausstürzen an verschiedenen Stellen des Behälters in diesen gleichmäfsig verteilt.

Auf dem Steinsalzbergwerke Wilhelmsglück bei Schwäbisch-Hall wurde früher das unreine Grubenklein, das etwa $^1/_5$ der gewonnenen Masse ausmachte, sogleich in der Grube aufgelöst, während die bei der Salzscheidung über Tage gewonnenen Abfälle zur Soolbereitung über Tage verwendet wurden. Zum Auflösen unter Tage dienten in der Streckensohle ausgearbeitete Behälter, die auf dem Boden und an den Seiten mit in einander gefügten Brettern dicht verkleidet waren. Darinnen befand sich ein Kasten, dessen Boden 2 *m* über dem Boden des Behälters und dessen Seitenwände 1 *m* von den Seitenwänden des Behälters abstanden. Dieser Kasten, dessen Boden aus Latten bestand, die sich mit Fugen an einander legten, und dessen Seitenwände durchlöchert waren, nahm das aufzulösende Grubenklein auf. Das Auflösungswasser trat von unten und von den Seiten dazu. Auch der 10 *m* tiefe Sumpf unter dem Schachte diente zur Auflösung von Steinsalz. Zu dem Zwecke war über dem Schachtsumpfe eine Bretterbühne mit $1^1/_2$ *cm* weiten Fugen angebracht, auf die das Steinsalz gestürzt wurde. Auf dieses fiel aus Tröpfelrinnen fortwährend süfses Wasser, das beim Durchsickern durch die 2 *m* hohe Steinsalzschicht eine Soole mit 25 *Pzt.* Salzgehalt gab. Aus dem unteren Teile des Sumpfes wurde die Soole mit Pumpe zu Tage geschafft. Täglich wurden auf diese Weise 210 *Ctr.* Salz zur Bereitung von 25 *pzt.* Soole verwendet. Nach 10- bis 12wöchigem Betriebe mufste der Sumpf von Thon und Anhydritschlamm gereinigt werden. Über Tage wurde die Soole mit Scheideklein in einem Auflösungssumpfe nahezu gesättigt und dann in einer 11300 *m* langen Röhrenfahrt der Saline Hall zugeleitet. 1 *Ctr.* Salz gab beim Auflösen $^2/_3$ *cbm* 26 *pzt.* Soole, so dafs, da im Kubikmeter etwa 6 *Ctr.* Salz enthalten sind, die zur Auflösung gehende Soole mindestens bereits 3 *Ctr.* Salz enthielt. Die früher angeführte Art der Soolgewinnung auf der Lagerstätte durch Wasserschlitzarbeit hat sich hier nicht als zweckmäfsig erwiesen, da bei der Gewinnung des für den Verkauf bestimmten Stücksteinsalzes genügende Mengen von unreinem Salz zur Auflösung abfällt. Später hat man die Auflösung unter Tage ganz eingestellt, um die Grubenräume völlig trocken zu erhalten, und gewinnt jetzt Soole durch Bohrlöcher, die auf das Steinsalzlager niedergebracht sind.

Das spezifische Gewicht (s) bei verschiedenem Prozentgehalt (p) von Lösungen des sehr reinen Wilhelmsglücker Steinsalzes hat *Dahlmann* festgestellt. Es sind

p =	26,43	25	20	15	10	5
s =	1,204	1,192	1,154	1,112	1,074	1,037

Digitized by Google

An einzelnen Orten wird Steinsalz im Meerwasser aufgelöst. In England bei Liverpool dienen dazu mit Thon ausgeschlagene und mit Ziegelsteinen ausgefütterte Erdbehälter. Auch leitet man dort Soole aus Soolbohrlöchern in grofse Sammelteiche, in die das Steinsalz auf hölzernen Gestellen bis zur halben Höhe des Behälters hineingehängt wird.

Auch in den Niederlanden[1]) wird Steinsalz, um daraus Siedesalz herzustellen, im Meerwasser aufgelöst, das auf die mit Steinsalz gefüllten Laugegefäfse gepumpt wird.

Zu Bex in der Schweiz löst man bergmännisch gewonnenen salzhaltigen Anhydrit in Wasser auf und erhält eine 15- bis 18*pzt.* Soole.

Von allen Arten der Auflösungseinrichtungen ist die zuerst beschriebene mit circulirendem Soolstrome, der in einer Gruppe terrassenförmig angeordneter Lösungskasten das Steinsalz durchdringt, die beste, indessen können besondere Verhältnisse die Anwendung einfacherer Einrichtungen rechtfertigen.

Obgleich durch bergmännische Gewinnung des Steinsalzes und Auflösung des Stücksalzes das Lager mit Vorteil ausgenutzt werden kann, zieht man es doch, wenn nicht andere Gründe für die Eröffnung eines Steinsalzbergwerkes sprechen, vor, die Soole aus Bohrlöchern zu gewinnen. In Cheshire, England, entnehmen die Salinen ihren Soolbedarf aus 55 Soolschächten, wovon mehrere ersoffene Steinsalzschächte sind. Andere schöpfen die Soole aus den hangenden Lagen des oberen Steinsalzlagers (*rock-head pits*). Die Schächte sind 45 bis 120 *m* tief. Der Soolspiegel steht zwischen 27 und 110 *m* und erreicht gewöhnlich Montags infolge des Feierns am Sonntage den höchsten Stand, sinkt dann im Laufe der Woche. Der Soolspiegel in dem 110 *m* tiefen Soolschachte der *Amalgameted saltworks* bei Northwich schwankt zwischen 35 und 90 *m*, die Pumpen heben aus 105 *m* Teufe und es wird nur gesättigte Soole zu Tage gefördert. Auch die an der Tees-Mündung an der Ostküste von England bei Middlesborough aufgeschlossenen Steinsalzlager werden nicht durch Abbau, sondern durch Bohrlöcher ausgebeutet.

Die zur Bereitung von Steinsalzsoole erforderlichen Mengen an Wasser oder Soole von verschiedenem Prozentgehalt und an Steinsalz sind in folgender Zusammenstellung angegeben. Es ist dabei die Zusammensetzung der Dürrenberger Quellsoole zu Grunde gelegt und angenommen worden, dafs von der verwendeten Steinsalzmenge 9 *Pzt.* als unlöslicher Rückstand verbleiben oder bei der Auflösung verloren gehen.

Um 10000 *cbm* Soole mit 26 *Pzt.* Salzgehalt oder 312,4 *kg* Rohsalz im Kubikmeter bei 15° *R.* zu bereiten, sind erforderlich:

---

[1]) *Berggeist* 1869, Nr. 1, 3, 4, 7.

Digitized by Google

Soole			Steinsalz	Raumvergrößerung der Flüssigkeit
Prozentgehalt	*cbm*	Salzgehalt *kg*	*kg*	*Pzt.*
0	8 900	—	3 436 400	12,36
1	8 925	89 800	3 337 600	12,06
2	8 950	181 500	3 236 700	11,75
3	8 975	275 100	3 133 800	11,43
4	9 000	370 500	3 028 900	11,10
5	9 030	467 900	2 921 700	10,75
6	9 060	567 200	2 812 500	10,38
7	9 090	669 000	2 700 500	10,00
8	9 125	772 900	2 586 200	9,60
9	9 160	878 500	2 470 000	9,18
10	9 195	986 600	2 351 100	8,74
11	9 235	1 099 000	2 227 500	8,29
12	9 275	1 212 200	2 103 000	7,82
13	9 315	1 328 300	1 974 700	7,34
14	9 360	1 447 100	1 844 600	6,84
15	9 405	1 568 800	1 710 700	6,33
16	9 450	1 692 500	1 574 700	5,81
17	9 500	1 820 200	1 434 200	5,28
18	9 550	1 952 000	1 289 200	4,74
19	9 600	2 086 100	1 141 700	4,19
20	9 650	2 222 400	991 800	3,63
21	9 705	2 363 200	836 900	3,06
22	9 760	2 507 300	678 400	2,48
23	9 815	2 655 000	515 900	1,89
24	9 875	2 806 500	349 200	1,28
25	9 935	2 960 700	179 600	0,65
26	10 000	3 124 000	—	0

Gewinnung von Soole durch planmäfsige Aussoolung der Steinsalzlager. Um die Nachteile des Bohrlochbetriebes zu vermeiden, die Ausdehnung der Auslaugungsräume bestimmt zu begrenzen und das Salzlager möglichst vollständig und mit der nötigen Sicherheit für die Erhaltung der Grubenräume und Abstützung des Deckgebirges auszubeuten, hat man in neuerer Zeit den Abbau von Steinsalzlagern auf nassem Wege unter Gewinnung annähernd gesättigter Soole eingeführt, nämlich den Abbau durch Spritzarbeit und Berieselung unter Herstellung von Aussoolungskesseln zu Schönebeck und durch Spritzarbeit und Auslaugung in Soolörtern in Bernburg. Spritzarbeit zur Gewinnung festen Steinsalzes, zum Vortreiben der Strecken und Abschlitzen des Steinsalzes ist auch an anderen Orten mitunter in Anwendung und war früher, wie oben (S. 396) beschrieben ist, zu St. Nikolas bei Varangéville und zu Wilhelmsglück bei Hall in Gebrauch,

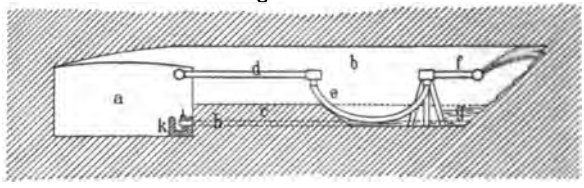
Digitized by Google

ist auch in Stafsfurt und Inowrazlaw angewendet worden. Der Abbau unter fast gänzlicher Vermeidung der Gewinnung festen Steinsalzes ist neu, und hat nur den alpinen Sinkwerksbetrieb als Vorbild.

Zu dem Abbau durch Aussoolung ist eine sich in den Grubenräumen verzweigende Wasserleitung erforderlich, in der das Lösungswasser unter Druck vor Ort geführt wird, wo es in feinen Strahlen gegen den Steinsalzstofs spritzt, um die Räume für die Aussoolung selbst herzustellen oder vorzubereiten und zur Auslaugung zu füllen. In der Regel stehen salzige Schachtwasser zur Verfügung, die in höheren Schachtteufen aufgefangen werden und mit dem erforderlichen Druck die Leitung füllen.

Zum Auffahren von Strecken von 4 *m* Breite und 3 *m* Höhe bringt man an das Leitungsrohr ein zweiarmiges, horizontales Verteilungsrohr, dessen feine Durchbohrungen gegen den Ortsstofs gerichtet sind. Ein Schlauchzwischenstück gestattet, das Arbeitsstück mit dem Spritzrohre in angemessener Nähe vor dem Ortsstofse aufzustellen und mit zunehmender Vertiefung des Stofses vorzurücken. Dabei sind die Wasser-

Fig. 110.



strahlen gegen den oberen Teil des Stofses nächst der Firste gerichtet, damit die Spritzwasser am Stofse herabrieseln und sich anreichern können. Ist die Strecke um Schlauchlänge ausgearbeitet, so mufs ein neues Rohrstück angesetzt werden. Die mit Salz angereicherten Spritzwasser sammeln sich auf der Soole, wo sie durch einen kleinen Damm verhindert werden abzufliefsen, so dafs sie sich auf der Sohle der Strecke und durch hineingeworfenes Steinsalz anreichern können. Die Sohle bedeckt sich dabei mit einer feinen Schlammschicht und wird dadurch der Wirkung der nicht gesättigten Soole entzogen. Zur Bildung eines Dammes läfst man am Eingange der Strecke die Sohle auf 4 *m* Länge in 1 *m* Höhe anstehen, durchbohrt diesen 1 *m* hohen Damm und legt in das Bohrloch eine gegen die Wandungen mit Cement abgedichtete Röhre, durch die man die Soole hinter dem Damme nach Belieben ablassen kann, indem man das vordere Ende mit Hahn oder Spund versieht. Die Soole kann von da durch eine Kandelleitung den in der Streckensohle in der Nähe des Schachtes angelegten Soolreservoiren zugeführt werden, wo sie, wenn es erforderlich ist, noch mit festem Steinsalz angereichert wird. Von dort wird sie für den Bedarf der Saline zu Tage gepumpt. Die Anordnung beim Streckenbetriebe ergiebt sich aus der Fig. 110. *a* ist die Hauptgrundstrecke, die zum

Digitized by Google

Schachte führt, $2^1/_4$ *m* hoch, 4 *m* breit, *b* ist die Soolstrecke, 4 *m* breit, 3 *m* hoch, *c* der 4 *m* breite, 1 *m* hohe Damm mit der Ablafsröhre *h*, *d* ist die Spritzwasserleitung, *e* der Verbindungsschlauch, *f* die Spritzröhre, die auf einem Gestelle befestigt wird, *g* die angesammelte Soole, *i* der Ablafshahn, *k* die Kandelleitung. Die ersten 7 *m* der Strecke werden durch Schiefsarbeit gewonnen, dabei der Damm ausgespart, die Strecke 2 *m* hoch aufgefahren und die Sohle dann rückwärts bis zum Damme um 1 *m* vertieft. Dann erst beginnt die Spritzarbeit.

Auf ähnliche Weise noch gröfsere Abbauräume von gleichmäfsiger Form auszuspritzen, hat sich nicht als zweckmäfsig erwiesen. Die Soole bleibt bei der geringen Höhe von wenigen Metern nicht lange genug mit dem Steinsalz in Berührung, man erhält eine zu grofse Menge nicht genügend angereicherter Soole, die dann durch Steinsalz noch weiter angereichert werden müfste. Man mufste deshalb darauf Bedacht nehmen, die Berieselungsfläche möglichst zu vergröfsern und die Menge des Spritzwassers zu vermindern oder auf eine gröfsere Fläche zu verteilen. Dazu hat man auf dem Steinsalzwerke zu Schönebeck, wo das Steinsalzlager fast söhlig (horizontal) liegt, das folgende Verfahren angewendet.

Bei etwa 12 *m* Länge des Soolortes und dann weiter von 16 zu 16 *m*, desgleichen zu beiden Seiten aus Querstrecken in denselben Abständen, werden in der Decke des Soolortes vertikale Löcher bis zu $9^1/_2$ *m* Höhe, entsprechend der vorgesehenen Abbauhöhe, ausgespritzt. Diese saigern, zunächst $^1/_2$ bis 1 *m* weiten Soolörter werden nun von oben nach unten durch Berieselung erweitert. Man führt zu dem Zwecke die Spritzwasserleitung bis nahe unter die Decke und versieht sie dort mit einer in der Horizontalebene drehbaren zweiarmigen Spritzröhre nach Art des *Segner*schen Wasserrades. Die Enden der Spritzröhre sind schwach seitlich gebogen und mit Spritzdüse versehen. Durch den Druck des Wassers werden sie in kreisende Bewegung versetzt und verteilen das Spritzwasser auf den ganzen Umfang des Soolortes, das dadurch zu einem cylindrischen Kessel, Aussoolungskessel, erweitert wird. Zur besseren Verteilung des Wassers hat man versucht, an den Spritzdüsen Zerstäubungsplatten anzubringen, jedoch die Erfahrung gemacht, dafs dies die Wirkung nicht verschärft, vielmehr die Kraft des Stofses und damit die auflösende Kraft des Spritzwassers schwächt.

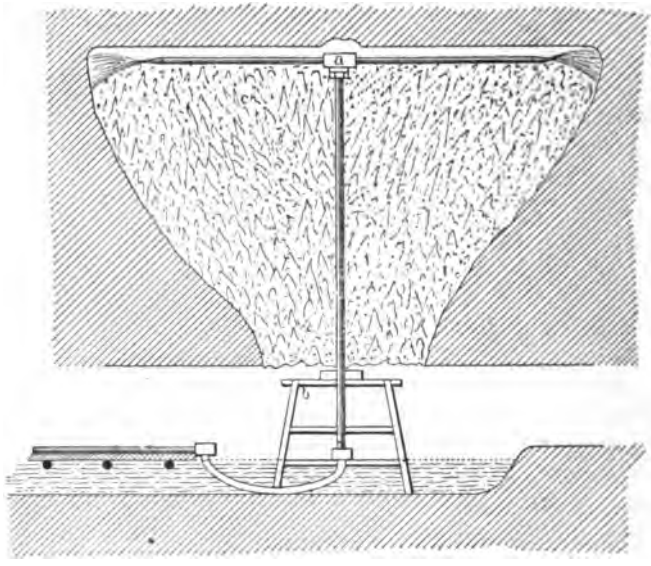
Zunächst wird bei diesem Verfahren eine 8 *m* weite Auskesselung hergestellt, die sich nach unten zu trichterförmig verengt, da die frischen Wasser oben am kräftigsten lösen. Beim Herabrieseln benetzt die Soole nicht gleichmäfsig die Wandungen, sondern sie sucht sich bestimmte Wege und Rinnen, die sich nach und nach vertiefen, so dafs sich scharfe Rippen und oben Spitzen bilden, die die Wandung der Auskesselung bekleiden. Von diesen Rippen und Spitzen lösen sich im Verlaufe der Spritzarbeit einzelne Stücke los und stürzen auf die Sohle

Digitized by Google

des Ortes, wo sie zunächst noch zu völliger Anreicherung der dort aufgestauten Soole beitragen, indessen doch in solcher Menge fallen, dafs sie für die Auflösung nicht völlig Verwendung finden, sondern als festes Steinsalz verwertet werden können. Die Form der einzelnen Auskesselungen und die Anordnung der Kessel in Gruppen ist in den folgenden Figuren veranschaulicht. In Fig. 111 ist *c* die Auskesselung mit Rippen und Spitzen, *a* der Wasserspritzer, *b* das Gestell für den Wasserspritzer.

Ist der Aussoolungskessel bis auf 8 *m* erweitert, so wird eine mit längeren Armen versehene Spritzröhre eingewechselt, damit das Wasser die Wandungen mit genügender Kraft erreicht. Die Aussoolung wird

Fig. 111.



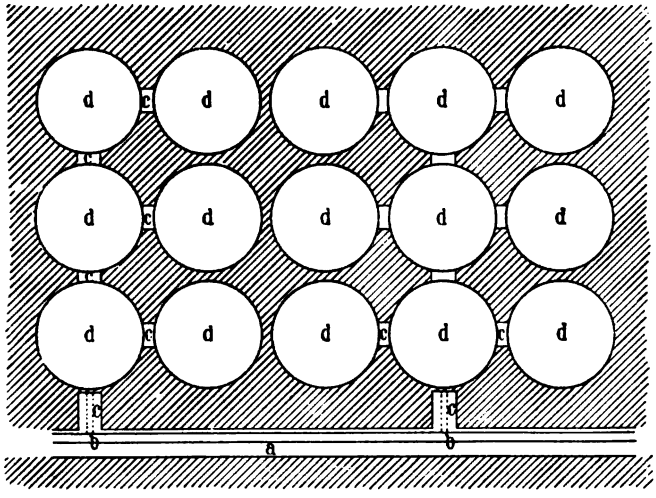
so weit fortgesetzt, bis die Auskesselung oben eine Weite von 15 *m* erreicht hat. Dann rückt man die Spritzarme durch Herausnahme kurzer Zwischenstücke von Meter zu Meter herunter, damit die Wasserstrahlen die Spitzen und Rippen treffen und auch diese möglichst auflösen, so dafs die Auskesselung annähernd eine gleichmäfsige Weite von 15 *m* bis unten erhält. Die Soole sammelt sich wie beim Streckenbetriebe hinter dem Damme an und wird in unterirdische Soolbehälter geleitet, wo sie sich klärt. Die schwächere Soole gelangt zuvor in Lösungskasten, wo sie durch das beim Ansetzen der Strecken in festem Zustande gewonnene Steinsalz bis zur Sättigung angereichert wird. Lösungskasten und Soolbehälter sind in die Sohle der Grundstrecken eingebaut, so dafs ein natürlicher Abflufs dahin und leichtes Einstürzen des Salzes in die Lösungskasten möglich ist.

Digitized by Google

Zum Ausspritzen verbraucht man 50 *Liter* Wasser in der Minute, man erhält eine Soole, die mit durchschnittlich 295 *kg* Salz im Kubikmeter = 1,193 *spf. Gew.* in die Lösungskasten gelangt, wo sie bis auf 309 *kg* = 1,201 *spf. Gew.* angereichert wird.

Da immer nur von 16 zu 16 *m* eine Auskesselung angesetzt wird, so bleiben starke Zwischenpfeiler zwischen je vier Auskesselungen stehen. Diese sind durch Zwischenwände, die sich auf etwa 1 *m* abschwächen, verbunden (s. Fig. 112). Auf eine Lagermächtigkeit von 9,5 *m* werden auf diese Weise fast $^2/_3$ der Masse ausgesoolt. Ein Streckennetz auf einer 16 *m* höher gelegenen Sohle ermöglicht die Wetterführung, indem einzelne Auskesselungen mit der oberen Strecke verbunden werden, durch die die Wetter abziehen. Die 6 bis 7 *m* starke Schwebe verhütet ein Zusammenbrechen der Abbauräume.

Fig. 112.



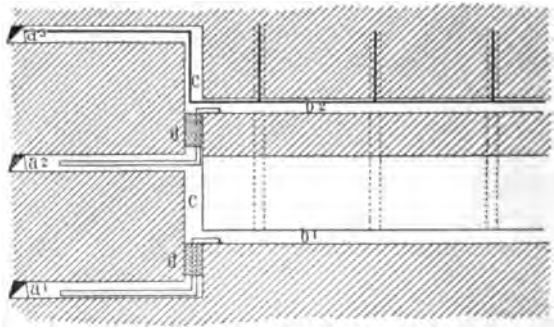
Im Gegensatz zu diesem Ausspritzverfahren hat man in Bernburg bei ziemlich gleichmäfsiger Beschaffenheit der Lagermasse versucht, gröfsere Räume durch stehende Lösungswasser auszulaugen. Zur Herstellung der Zugangsstrecken und Vorrichtung der Auslaugungsräume (Soolörter) dient auch hier das Spritzverfahren. Man soolt auf 9 *m* Höhe aus, indessen nicht cylindrische Kessel, sondern 80 bis 100 *m* lange und 20 *m* breite Weitungen, wie sie bei trockener Gewinnung im Pfeilerbau üblich sind, und bezeichnet diese Weitungen als Soolörter. Zwischen ihnen bleiben ebenso lange und 10 *m* breite Pfeiler zur Erhaltung der Grubenräume anstehen.

Die Mächtigkeit des Lagers bei Plömnitz gebietet den Abbau in mehreren Sohlen, die 14 *m* von einander abstehen. Zwischen den 9 *m* hohen Soolörtern bleiben demnach 5 *m* starke Schweben stehen, jedoch in der Art, dafs die Schwebe über der Sohle der Grundstrecke anstehen

Digitized by Google

bleibt, das Soolort also bis zur Sohle der folgenden Grundstrecke reicht, damit man ein genügendes Gefälle für die Soole aus den Soolörtern hat und diese wie bei den Rollwehren der Sinkwerksbetriebe abschliefsen kann. Von der Grundstrecke aus (s. Fig. 113) treibt man Querörter $a_1 a_2 a_3$ bis zu der Stelle, wo die Aussoolung beginnen soll, stellt dann ein saigeres Ort c zur Verbindung mit der darüber liegenden Strecke der höheren Sohle her und setzt in diesem 5 m höher als die Sohle der Grundstrecke das Soolort $b_1 b_2$ zunächst 2 m hoch und 4 m breit an. Zum Aufstauen der Soole wird in dem saigeren Orte ein Damm d eingebaut, durch den die Ablafsröhre mit Hahn für die Soole führt. Der Zugang zum Soolorte führt dann von der höheren Strecke $a_2 a_3$ aus, von wo aus auch das Spritzwasser zugeleitet wird. Von der Strecke b_1 des Soolortes spritzt man in Abständen von 14 zu 14 m in der Mittellinie der Firste Löcher aus bis zur künftigen Höhe des Soolortes und schlitzt von diesen aus nach beiden Seiten die Steinsalzbank des Sool-

Fig. 113.



ortes der Länge nach, so dafs ein durchlaufender Spalt entsteht. Dann wird das ganze Soolort mit Wasser gefüllt, und die Auflösung beginnt. An den höchsten Stellen des Spaltes ist sie am wirksamsten, während der untere, bereits auf 4 m erweiterte Teil sich mit angereicherter Soole füllt und sich deshalb langsamer erweitert. Durch Ablassen von Soole kann man den Wasserspiegel beliebig in das Niveau bringen, wo die Auflösung am stärksten wirken soll, so dafs bei der Regelmäfsigkeit des Lagers und der Gleichmäfsigkeit der Masse ziemlich regelmäfsige Weitungen entstehen. Da nach allen Seiten hin um etwa 10 m erweitert wird, so wählt man auch für die Länge des Soolortes ursprünglich nur 80 m. Um 10 m erlängt sich die Strecke später nach beiden Seiten beim Aussoolen. Zum Ausspritzen des Spaltes verwendet man einfache, zweiarmige Spritzröhren, die das Wasser nach entgegengesetzten Seiten der saigeren Spritzlöcher werfen und gesenkt werden, wenn zunächst der Spalt oben weit genug fortgeschritten ist, um ihn durch die ganze Bank gleichmäfsig durchzuführen.

Digitized by Google

Zur Abdämmung der Soole im Saigerorte *c* verwendet man Magnesiacement, zur Hälfte aus gebrannter Magnesia, zur anderen Hälfte aus scharfkörnigem, trockenem Sande bestehend. Diese werden mit frischer Chlormagnesiumlauge zu Syrupdicke angemengt.

Nur bei sehr regelmäfsiger Beschaffenheit des Steinsalzlagers wird man auf diese Weise gleichmäfsig ausgesoolte Baue erhalten. Anhydritschnüre und -schichten lassen die Ortsstöfse uneben erscheinen. Bei unregelmäfsiger Beschaffenheit des Steinsalzlagers wird man das in Schönebeck angewendete Verfahren vorziehen, wobei man infolge kleinerer Aussoolungsräume den Fortgang der Aussoolung besser in der Gewalt hat und jederzeit übersehen kann, auch fällt dabei die kostspielige Herstellung von künstlichen Dämmen weg.

Gewinnung von Soole durch Sinkwerksbetrieb[1]). Bei den salzführenden Gebirgsschichten der österreichischen und bayerischen Alpenländer, dem Haselgebirge, einem salzführenden Thone (siehe S. 249) gewinnt man die Soole durch Auslaugen des Gebirges in planmäfsig vorgerichteten Auslaugungsräumen, Werken oder Sinkwerken. Die Erhebungen des Gebirges über den Thalsohlen gestatten, dafs man von Stollen aus das Gebirge aufschliefst, die unter der Stollensohle liegenden Gebirgsmittel künftiger Ausbeutung vorbehaltend. Die Werke werden zunächst durch trockenen bergmännischen Betrieb vorgerichtet, veröffnet, dann durch Einleiten von Wasser, Verwässerung, erweitert. Die Räume heifsen anfänglich Werksanlagen, später kurzweg Werke, auch Sinkwerke oder Laugwerke. Der Boden heifst Sohle, die Decke Himmel oder Werkshimmel, die Seitenbegrenzungen Ulmen oder Werksulmen. Die Auslaugung des Gebirges heifst Versiedung, auch Aufsiedung, womit man zugleich die Höhe der fortgeschrittenen Versiedung bezeichnet. Je nachdem man die Soole aus den Werken von der Sohle auf ein tieferes Niveau ablaufen läfst oder nach einer höheren Sohle befördert, unterscheidet man Ablafswerke oder Schöpfwerke. Schöpfwerke waren früher in Gebrauch, jetzt richtet man nur Ablafswerke ein, wenn

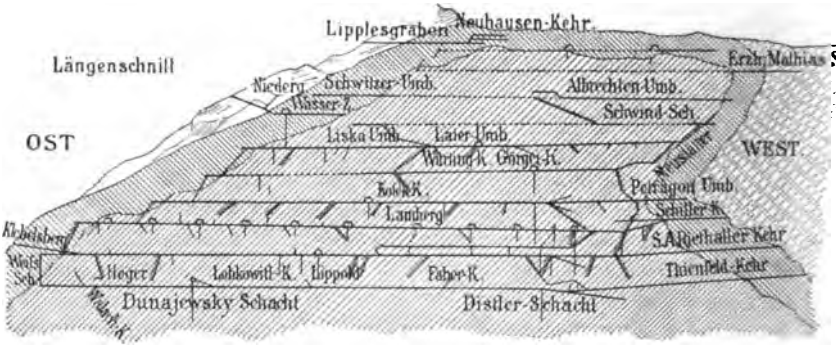
[1]) *Huyssen*, Der Salzbergbau und Salinenbetrieb in Österreich, Steiermark und Salzburg. *Pr. Z.* 1855, **2**, 1; *Hailer*, Der Salzbergbau zu Berchtesgaden. Ebenda, 1857, **4**, 29 ff.; *v. Miller*, Süddeutsche Salzbergbaue. *Ö. Z.* 1856, **4**, 121; 1863, **11**, Nr. 20; 1867, **15**, Nr. 8; 1868, **16**, Nr. 3; *v. Hauer*, ebenda, 1864, **12**, 270; *v. Schwind*, Raumverhältnisse bei Verwässerung des Haselgebirges, ebenda, 1866, **14**, Nr. 25; 1868, **16**, Nr. 1; *Bolley*, Technologie, Bd. II, 1. Gruppe, S. 80. *Ann. d. min.* 4. *livre de* 1862; *v. Schwind*, Der Abbau unreiner Salzlagerstätten in Österreich, Prag 1871; Derselbe, Ueber Werksverwässerung. *Ö. Z.* 1870, **28**, 13, 20, 36. Ueber das Haselgebirge im *Leob. Jahrb.* 1875, **23**, 286 (Salzvorkommen, Geschichtliches, Salzsiedung); *Schleiden*, Das Salz, S. 144; *Schauenstein*, *Denkbuch d. österr. Berg- und Hüttenwesens*, Wien 1873, S. 276; *v. Schwind*, Abbau unreiner Salzlager. *Leob. Jahrb.* 1870, **19**, 81; 1876, **24**, 299; *Aigner*, Der alpine Salzbergbau. *Leob. Jahrb.* 1892, **40**; u. a.

Digitized by Google

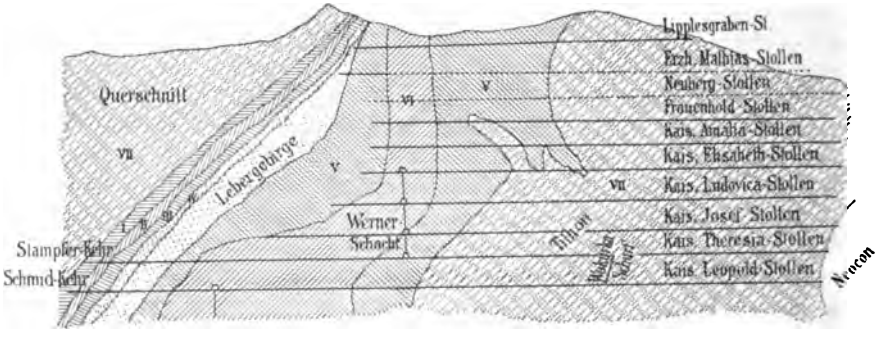
nicht besondere Verhältnisse zur Einrichtung ersterer nötigen. Das in die Werke eingeführte Wasser löst das eingesprengte Salz auf und reichert sich bis zur Sättigung an, während die tauben und ausgelaugten Massen, der Laist, zu Boden stürzen und diesen nach und nach erhöhen. Nach dem Ausschöpfen oder Ablassen der gesättigten Soole wird der Raum von neuem mit Wasser gefüllt, das sich wiederum sättigt und abgeleitet wird, und so fort in steter Wiederholung durch

Fig. 114.

Ischler Salzberg.



Rheinpfalzalpe.



I. Erzführende Dolomite.
II. Schwefelkies.
III. Schwarzglänzender Thonschiefer.
IV. Werfener Schiefer.
V. Ausgelaugtes Salzgebirge.
VI. Salzgebirge.
VII. Kalk.

Jahrzehnte hindurch, bis die Gröfse der Auskesselung ein Zusammenbrechen des Deckgebirges oder ein Durchbrechen in Nachbarwerke befürchten läfst und das Laug- oder Sinkwerk totgesprochen werden, d. h. der Betrieb darin für immer eingestellt werden mufs.

Tritt süfses Wasser ungezwungen in das Haselgebirge, so durchwühlt es dieses unter Zerstörung ganzer Grubengebäude. Das Wasser gräbt sich, Salz auflösend, in die Tiefe, verursacht Verheerungen im Inneren, Einsenkungen und Brüche über Tage. Eine Aussoolung durch

Digitized by Google

Bohrlöcher ist deshalb ausgeschlossen, eine bergmännische Gewinnung und nachträgliche Auflösung aber wegen der grossen Menge tauber Gebirgsmassen, die mit gewonnen werden müssten, kostspielig. Eine gleichmäfsige Auslaugung auf der Lagerstätte durch Herstellung möglichst bestimmt zu begrenzender Auslaugeräume ist deshalb die gebotene Gewinnungsart.

Man teilt das Lager zum Auslaugen in mehrere Etagen, Berge, deren Höhe Bergdicke heifst (siehe Fig. 114). Diese werden in der Folge von oben nach unten und jede von der fernsten Grenze des Baufeldes nach vorn durch einzelne Laug- oder Sinkwerke abgebaut. In den einzelnen Werken laugt man von unten nach oben das Salzgebirge aus. Aufgeschlossen wird das Baufeld über der Thalsohle durch Stollen, die Hauptschachtrichten. Diese legt man den einzelnen Bergdicken entsprechend über einander, um nicht durch die zum Schutze erforderlichen Bergvesten, die zunächst unverritzt bleiben müssen, zu viel Verluste zu haben oder eine unzweckmäfsige Anordnung der Werke wählen zu müssen. Der Hauptschachtricht giebt man ein schwaches Ansteigen, um von den Werken zur Ableitung der Soole schwaches Gefälle zum Stollenmundloche zu haben. Tiefere Bergmittel müssen durch Schächte aufgeschlossen werden, wo dann eine künstliche Hebung der gewonnenen Soole erforderlich ist.

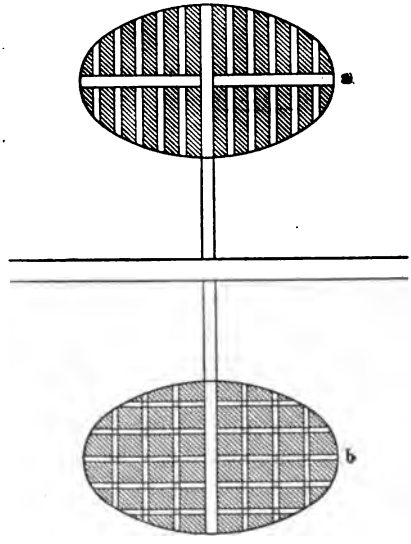
In dem Berge, wo sich der Abbau zunächst bewegen soll, treibt man von der Hauptschachtricht aus nach beiden Seiten Strecken zu Felde, Schachtrichten oder Kehren, und beginnt mit der Vorrichtung der Laugwerke zu beiden Seiten der Schachtrichte an deren entferntesten Stelle. Man treibt von den Schachtrichten Querstrecken, Öffen, die zu den Werken führen. Befindet man sich unter bereits vorhandenen Sinkwerken einer höheren Etage, so hat man auf deren Lage Rücksicht zu nehmen und darauf zu achten, dass die Aufsiedung des Werkes nicht bis zu dem höheren Werke fortschreitet. In früherer Zeit geschah der Abbau, die Anlage der Werke, zum Nachteil des künftigen Betriebes sehr unregelmäfsig. Die Zwischenwände der Werke der oberen Etage standen nicht selten auf dem Himmel der Werke einer tieferen Etage, der dem Zubruchegehen etwa schon nahe war. Dadurch mufsten oft die Werke schon vor der Zeit, vor genügender Ausnutzung, verlassen werden und kaum $^1/_{30}$ der Lagermasse wurde verwertet. Erst nachdem man nach den Grundsätzen, die *F. v. Schwind* im Jahre 1849 aufgestellt hat, den Betrieb geregelt hatte, war eine bessere Ausnutzung möglich geworden. Danach werden die einzelnen Werke wie die Zimmer eines Gebäudes über einander gesetzt, so dafs Zwischenwand auf Zwischenwand zu stehen kommt und ein Übertritt von einem Werke zum anderen, eine Verschneidung, mehr als bisher vermieden wird. Dennoch hat der jetzige Abbau noch viel unter dem ungeregelten Verfahren früherer Zeiten zu leiden.

Zur Vorrichtung des Sinkwerkes werden von der Zugangsstrecke

Digitized by Google

(Hauptoffen auch Hauptpüttenoffen) Strecken (Öffen) nach rechts und links und diese rechtwinklig kreuzend getrieben, und die einzelnen Felder zwischen den Öffen werden nochmals durch schmalere Nebenöffen durchkreuzt. Auf einer ellipsoidalen Fläche von etwa 30 *m* Länge und 20 *m* Breite entsteht ein Netz von Strecken. Diese Arbeit heifst Veröffnung des Werkes. Neuerdings hat man das Verfahren durch ein Streckennetz zu veröffnen (Kreuzveröffnung, Fig. 115 *b*) aufgegeben und man stellt nur parallele Strecken her (Parallelveröffnung, Fig. 115 *a*). Statt der ellipsoidalen wählt man jetzt auch eine kreisrunde Veröffnungsfläche (Kreisveröffnung). Die zwischen den Öffen stehenden Gebirgspfeiler heissen Offenmittel. Diese werden zuerst der Verwässerung und Auslaugung unterworfen (Offenverwässerung). In Ischl und Hallstadt sprengt man jetzt die Werke voll aus, was durch Einführung von maschinellem Bohrbetrieb (elektrisch betriebenen Bohrmaschinen) erleichtert ist, so dafs die zeitraubenden Offenwässerungen und Säuberungen wegfallen. Auf diese Weise läfst sich in zehn Monaten ein Werk mit 2000 *cbm* Fassungsraum herstellen.

Fig. 115.



Zum Zwecke der Auslaugung sammelt man die Gebirgswasser sorgfältig in Gerinnen und führt sie in Röhrenleitungen von der höheren Etage aus den Sinkwerken zu. An Gebirgswassern fehlt es in der Regel nicht. Wie *A. Aigner*[1]) mitteilt, haben die Salzberge von

Hall	18	Wasserörter	mit	1300000	*cbm*	Wasser jährlich
Hallein . .	8	„	„	180000	„	„ „
Ischl	6	„	„	230000	„	„ „
Hallstadt .	23	„	„	2700000	„	„ „
Aussee . . .	12	„	„	1000000	„	„ „

Zur Zuführung des Wassers (Ankehren des Sinkwerkes) wird von einer kurzen Nebenstrecke der oberen Schachtrichte, einem Ebenschürfl aus, schräg abwärts eine geneigte Strecke, der Ankehrschurf, getrieben, dem in engerem Sinne die Bezeichnung Sinkwerk zukommt, die dann auf die ganze Werksanlage übertragen worden ist.

[1]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 92.

Digitized by Google

Der Ankehrschurf reicht bis zu den Öffen des Werkes. Eine von der Hauptleitung im Ankehrschurf abwärts führende Röhrenfahrt führt das Wasser den Öffen zu. Auf der unteren Sohle wird in die Zugangsstrecke, den Hauptoffen, auch Langoffen genannt, ein Damm (Wehr) gefertigt, über dessen Bau und Lage weiter unten das Nötige mitgeteilt ist. Die Bezeichnung Wehr für die Verdämmung hat sich auf die ganze Anlage übertragen und man spricht statt von Werken von Wehren, von Wehrhimmel, Wehrsohle und Wehrulmen. (In Österreich sagt man die Wehr.) Dieser Wehrdamm ermöglicht, dafs das Werk ganz mit Wasser gefüllt werden, während die Soole durch eine in den Damm eingelegte Röhre nach Bedarf abgezogen werden kann. Es beginnt nun zuerst die Offenverwässerung. Man führt soviel Wasser ein, dafs zunächst die Offenmittel gelöst werden und dann von den frischen Wassern, die stets die oberste Schicht der Flüssigkeitsmasse bilden, vorzugsweise die Firste, der Himmel, in Angriff genommen wird (Himmelsverätzung) und weniger die Seitenstöfse, die Ulmen. Dabei ist es nicht zu vermeiden, dass die Ulmen nach oben zu stärker ausgelaugt werden als unten und deshalb eine geneigte Fläche bilden, der Sinkwerksraum also die Form eines umgekehrten Konus erhält. Ein zu starker Wasserüberdruck auf den Himmel würde die Verätzung unregelmäfsig fortschreiten lassen (das Sinkwerk hat Überhimmel), die Auflösung folgt dann zu sehr den Klüften des Gebirges, einzelne Stücke verlieren den Zusammenhang, stürzen auf den Boden des Sinkwerkes, wo sie in der gesättigten Soole liegen bleiben und für die Auslaugung verloren gehen. Stellen an den Ulmen, wo die Verätzung zu stark fortschreitet, werden mit Letten verkleidet. Völlig regelmäfsige Räume herzustellen, läfst sich nicht erreichen.

Bei regelrechtem Betriebe fällt nur das Taube mit geringem zur Sättigung der Soole dienendem Gehalte an Salz auf die Sohle des Werkes, die nach und nach so hoch aufgefüllt wird, dafs sie den Werkshimmel erreichen würde, wenn nicht von Zeit zu Zeit eine Entfernung der tauben Masse, des Laists, eine Säuberung des Werkes vorgenommen würde. Wie oft dies zu geschehen hat, hängt von der Reichhaltigkeit der Gebirgsmittel ab, bei salzarmem Haselgebirge häufiger als bei salzreichem. Regel war früher, dafs der Laist nicht höher als bis auf etwa 2 *m* unter den Werkshimmel aufwachsen sollte. In sehr armem Haselgebirge mufsten die Werke nach jeder Wässerung gesäubert werden, in reicheren Mitteln konnte die Versiedung ohne Säuberung durch die Bergdicke zu Ende geführt werden, in sehr salzreichem Gebirge füllte man noch taube Masse nach, damit die Sohle nicht zu weit unter dem Himmel zurückblieb und bei der neuen Anwässerung zu viel süfses Wasser in das Sinkwerk geleitet werden mufste, das sich nur langsam angereichert hätte und die Auslaugung unregelmäfsig hätte fortschreiten lassen.

Digitized by Google

Seit den letzten 20 Jahren gilt als Grundsatz, ein Werk nicht öfter, als unbedingt nötig ist, zu säubern, also in der Regel nur dann, wenn der Laist bis zum Himmel aufwächst und eine Erblindung des Werkes zu befürchten ist. Säuberungen kommen jetzt nur während und nach der Offenverwässerung vor. Nach der Verschneidung der Offenmittel, also bei der Himmelsverätzung, findet eine Säuberung nicht mehr statt, da dies zu bedeutende Kosten erfordern würde. Die Werkshöhen sind deshalb sehr verschieden, $^1/_2$ *m* bis 3 oder 4 *m*. Aber auch bei dieser Höhe wird keine taube Masse mehr nachgefüllt. Bei der jetzt eingeführten schnellen Füllung der Werke ist die horizontale Erweiterung weit geringer als früher bei langsamer Füllung. Die Aufsiedung ist meist beendigt, weit bevor die Bruchgrenze von etwa 10 000 *qm* und mehr für die Himmelsfläche erreicht ist.

Zur Säuberung des Werkes legt man entweder in das Wehr (Rollwehr) eine Röhre, Säuberrolle, durch die der Laist in den Hauptoffen gefördert wird und die beim Betriebe des Werkes verschlossen ist, oder man fördert durch eine von der oberen Etagensohle abgeteufte Aufzugsgrube die überflüssige Masse heraus.

Bei Dammwehren öffnet man den dazu von vornherein schwächer angelegten Damm, fährt mit den Hunden den Langoffen entlang und füllt diese mit der auszufördernden Masse.

Bei der Versiedung der Sinkwerke unterscheidet man folgende Perioden:

1. Die Ankehrperiode, auch Füllperiode genannt, das Einführen von Wasser zum Auflösen des Salzes, Auslaugen des Gebirges, die Wässerung oder Füllung.

2. Die Verätzungs- oder Vergütungsperiode, wobei Wasser zur Auslaugung nachgeführt wird, da Wasser und Salz bei der Auflösung einen geringeren Raum einnehmen. Die Soole wird dabei bis auf 26 *Pct.* angereichert und dann gutgesprochen.

3. Die Periode der Abwässerung, das Ableiten der Soole durch die Wehrröhre und die Röhrenfahrten zu ihrem ferneren Aufbewahrungsorte oder zur Verwendungsstelle, die Entleerung.

Sind leer stehende Werke zum Ansammeln der Soole, Einschlagwerke, vorhanden, so läfst man bei kleinen und mittelgrofsen Werken die Soole völlig in diese einfliefsen. Bei grofsen Werken und wo man keine Einschlagwerke hat, wie in Ischl, wird das Werk zunächst vom Himmel gezogen, d. h. es wird die Soole so weit abgelassen, dafs der obere Soolspiegel im Werke 30 *cm* vom Himmel absteht. Die abgelassene trübe Soole wird in einem Reservoir geklärt. Die übrige Hauptmenge bleibt im Werke so lange stehen, bis sie klar abfliefst oder bis man sie gebrauchen will.

Nach dem Ausräumen des Werkes, wozu mitunter der Wehrdamm weggerissen wird und wobei das Fortschreiten der Verätzung am Himmel und an den Ulmen kontrollirt wird, auch die etwa erforder-

Digitized by Google

lichen Verlettungen vorgenommen werden, wird das Wehr wieder geschlossen, das Sinkwerk von neuem mit Wasser gefüllt, so dafs die Verätzung von neuem beginnen kann. Diese Perioden wiederholen sich bei kleineren Sinkwerken mehreremale im Jahre, bei gröfseren dauert die Wiederholung oft ein Jahr und darüber.

In Berchtesgaden werden für die Ankehrung und Verätzung etwa 20 Tage, für die Selbstvergütung und Klärung 20 Tage, für die Entleerung 20 bis 30 Tage in Anspruch genommen. Die Perioden wachsen mit der Erweiterung der Sinkwerke.

Man nennt dieses Verfahren die intermittirende Betriebsweise oder Verwässerung. Diesem älteren Verfahren gegenüber hat man später eine kontinuirliche Verwässerung eingeführt, wobei bis zur völligen Aufsiedung beständig die reichere Soole vom Boden abgezogen und Wasser zur Verätzung von oben nachgeführt wird. Man erhält dabei weniger gesättigte und unabgeklärte Soole, die aus dem Werke, dem Erzeugungswerke, entweder in besondere Reservoire oder besser in sonst unbenutzt stehende Werke einer tieferen Etage, in Einschlagwerke, eingelassen und dort abgeklärt werden mufs. Die Verätzung kann dabei nicht so gut in regelrechten Schranken geführt werden. Da jedoch die Soole den Werkshimmel mit trägt, so können Sinkwerke, die bei intermittirender Wässerung schon hätten verlassen werden müssen, durch kontinuirliche Wässerung noch länger ausgenutzt werden.

Die Vorzüge der kontinuirlichen Wässerung, die zuerst von dem Oberbergschaffner *v. Roithberg* 1834 vorgeschlagen und 1849 zu Aussee allgemein eingeführt worden ist und eine centrale Einführung des Lösungswassers erfordert, erblickte man darin, dafs bei richtiger Regelung des Zuflusses die stärkste Verätzung in der Mitte des Himmels im Umkreise des centralen Ankehrschurfes erfolgt, an die Ulmen aber schon reichere oder nahezu gesättigte Soole gelangt. Der Himmel erhält dadurch mehr eine gewölbte Form und bleibt standfester, die Ulmen nehmen mehr eine vertikale Richtung an, so dafs eine bessere Ausnutzung des Salzgebirges möglich ist. Die häufigen Säuberungen sind entbehrlich, Himmel und Ulmen sind infolgedessen weniger der zerstörenden Einwirkung der durch das gesäuberte Werk ziehenden frischen Wetter ausgesetzt. Da der Laist in Aussee die Soole durchsickern läfst, so wird auch die sonst erforderliche Erhöhung der Ablafsvorrichtung durch den Laist hinauf überflüssig, also Kosten dafür erspart.

Zur Zeit hat man die kontinuirliche Verwässerung wieder aufgegeben, da die vermeintlichen Vorteile nicht eintraten, vielmehr ein weit gröfserer Salzverlust und eine zu starke Anreicherung des Laistes die Folge dieses Verfahrens war.

Die anfängliche Höhe des Sinkwerkes bei der Veröffnung, die Veröffnungshöhe, ist etwa 1,8 bis 2 *m*, die Höhe nach der Verätzung,

Digitized by Google

die Versudhöhe oder Höhe der Aufsiedung, richtet sich nach der Etagenhöhe und ist 4 *m* und mehr. Die zwischen Werkshimmel und der oberen Sohle liegende Bergdicke ist das Versudmafs, die Höhe, welche jede Wässerung wegnimmt, das Ätzmafs. Der Himmel erreicht oft ganz bedeutende Flächengröfsen. Am Salzberge zu Aussee kann die Schlufsfläche des Himmels gegen 10000 *qm* betragen, einem Kreise von 112 bis 113 *m* Durchmesser entsprechend. Bei anderen Salzbergen ist sie noch bedeutend gröfser. Nach *A. Aigner*[1]) beträgt die Bruchgrenze

für Hall	300 *m*
„ Hallein	290 „
„ Ischl	290 „
„ Hallstadt	250 „
„ Aussee	130 „

Um ein Durchbrechen des Himmels zu verhüten, unterstützt (unterpölzt) man ihn wohl durch Stempel oder Stützkasten, flach im Geviert über einander gelegte Holzstämme, oder die Räume werden durch Absturzberge aus den Laugwerken versetzt.

Die Dauer der Benutzung eines Werkes, die Zeit zwischen dem Beginn der Veröffnung und der endlichen Auflassung erreicht oft mehr als 100 Jahre, oft müssen die Werke auch schon nach einigen Jahren verlassen werden. Die Ursachen des Verlassens, Totsprechens der Sinkwerke[2]), sind sehr verschieden und nicht so oft völlige Ausnutzung, als vielmehr Vorfälle, die zu vorzeitigem Auflassen nötigen. Es sind dies Zubruchegehen wegen zu grofser Himmelsfläche, Ausbruch durch zerklüftetes oder durchlässiges Gebirge in unterliegende Strecken oder Werke, auch vorzeitiges Verlassen zur Verhütung dieses Durchbrechens, die Gefahr des Durchbrechens (Verschneidens) in Bruchfelder, Nachbarwerke oder Schächte, Niedergänge aus dem tauben Deckgebirge (Heidengebirge) oder zu grofse Annäherung an dieses, Niedergänge des Zwischenmittels zwischen über einander stehenden Werken, auch Fehler in der Ablafseinrichtung und Gebirgsarmut.

Höchst wichtig beim Sinkwerksbetriebe ist die Beschaffung des erforderlichen Wassers, dessen Verteilung und die Regelung des Zuflusses. Wichtig ist ferner, die richtigen Punkte zu wählen, wo die Sinkwerke mit gröfstem Nutzen anzulegen sind, die Werkausteilung, wobei man auf die Lage der Werke aus älterer Zeit, auf Nachbarwerke und deren oft unregelmäfsige Gestaltung, auf Verschneidungen, Rücksicht zu nehmen hat. Ganz besondere Aufmerksamkeit und sorgfältige Ausführung erfordern endlich die Wehranlagen, die

---

[1]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 29.

[2]) Ermittelungen von *C. Schraml* über Hallstädter Bergwerke in *Ö. Z.* 1893, **41**, 555.

Digitized by Google

in dem festen Gebirge so sicher anzulegen sind, dafs die Verätzung nicht bis zu ihnen vordringt, dafs keine Verschneidung der Wehre eintritt, das heifst, dafs die Verätzung sich nicht bis auf die Seiten oder bis hinter die Wehre fortsetzt; ferner, dafs die Wehrmasse gut gegen das Gebirge abdichtet. Form und Lage der Wehrdämme und Güte des Verdämmungsmaterials sind darauf von Einfluſs. Für die Haltbarkeit und Sicherheit der Wehre kommt es darauf an, dafs man sie in möglichst unzerklüftetem Gebirge anlegt, namentlich Stellen vermeidet, wo Kernsalzstücke vorkommen. Das Verdämmungsmaterial muſs so gegen das Gebirge abdichten, dafs es mit diesem eine zusammenhängende Masse bildet.

Als Verdämmungsmaterial beim Wehrbau wendete man früher den aus dem Laist gewonnenen Grubenletten an. Man wählte dazu recht thonige, gut ausgelaugte Masse, die, zu Kugeln geballt, an den Plätzen der Verwendung in Platten zerschnitten und dann in Haufen geschlagen wurde (Lettendreschen). War die Masse zu trocken, so muſste sie mit Soole angefeuchtet werden. Da das Schwinden des Grubenlettens beim Zusammentrocknen Undichtigkeiten entstehen liefs, wendet man jetzt rein aufgewässerten, das heifst gut ausgelaugten Laist an, der frei von Steinsalz und Gyps ist. Die feuchten Laiststücke in den abgelassenen Werken werden zerkleinert und durch ein Drahtsieb geworfen. Die Masse kann dann sofort zur Verdämmung benutzt werden. Man trägt den Laist beim Dammschlagen in Lagen von 1 bis 2 *cm* auf und bearbeitet jede Lage mit hölzernen Hämmern, den Wehrschlägeln, bis sie mit der unteren Lage eine zusammenhängende Masse bildet. Zu trockener Laist wird mit Soole angefeuchtet. Je fetter und thoniger der Laist ist, desto fester läfst er sich zusammenschlagen, zuweilen bis auf $^1/_4$ des Volumens. Je nach dem verwendeten Material unterscheidet man Lettenwehre und Laistwehre.

Indessen bietet der Werklaist den Angriffen des Wassers und der Lauge nicht genügenden Widerstand, da er sich bei längerer Einwirkung in Trübe auflöst und kostspielige Dammausbesserungen oder Neuherstellungen nötig macht. Um diesem Übelstande abzuhelfen, hat man in Hallstadt mit Erfolg dem Werklaist hydraulischen Kalk und Cement beigemischt, und zwar in einem Verhältnis, dafs die plastische Eigenschaft nicht leidet, aber die Widerstandsfähigkeit gegen Wasser erhöht ist[1]). Dem Werklaist werden $^1/_7$ bis $^1/_5$ Volumenteile Portlandcement zugesetzt und die Dämme etwa 3 *m* hoch aus dieser Masse aufgeführt.

Man bringt das Mischmaterial in einer nur 10 bis 12 *cm* starken Schicht auf der Werkseite auf das Verdämmungsmaterial auf, so dafs die Mehrkosten für Cement nur gering sind. Ein Versuch ergab, dafs

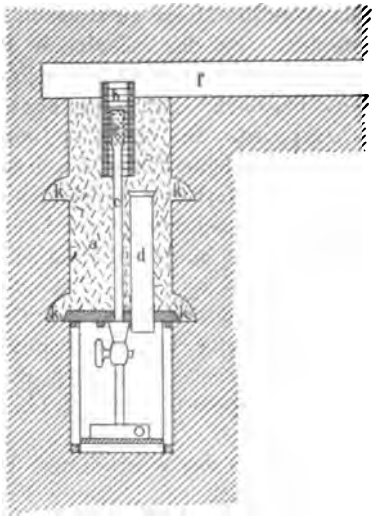
[1]) *Ö. Z.* 1897, 45, 497.

Digitized by Google

nach der ersten zweijährigen Wässerung und Ableerung des Werkes vom Dammflügel etwa 70 *cm* in der Höhe und 2 *m* in der Länge bloßgelegt war, ohne daß sich die geringste Spur einer Zerstörung durch Wasser gezeigt hätte. Eine Vermeidung der häufigen Ausbesserungen wird noch den Vorteil einer längeren Umtriebszeit der Werke haben. Sodann können die Dammflügel, die früher mindestens 80 bis 100 *cm* breit auszuführen waren, wesentlich schwächer, etwa 50 bis 60 *cm*, hergestellt werden, so daß auch in dieser Richtung an Verdämmungskosten gespart wird.

In die Verdämmungsmasse wird zum Abwässern der Werke, Ableiten der Soole, die Ablaßröhre eingelegt, zuweilen finden auch zwei Ablaßröhren Aufnahme, wovon die zweite gebraucht wird, wenn sich die eine Ablaßröhre verstopfen sollte. Da sich der herunterstürzende Laist hinter dem Damme auftürmt, so muß für die Offenhaltung der Ablaßröhre gesorgt werden. Dies geschieht dadurch, daß man in dem Sinkwerke einen Absäugekasten, auch Einseihkasten genannt, aufstellt, in den das Ende der Ablaßröhre einmündet. Dieser Absäugekasten ist ein aus ganzem Schrot gezimmerter Schacht, von etwa 1 *m* Seitenwand, der nahe bis zum Werkshimmel nachgeführt und mit Bohlen überdeckt wird, damit von der Firste nichts hineinfällt. Zum Absäugen ist die Ablaßröhre am Ende mit einer Siebröhre versehen (Seihröhre). Mit aufsteigendem Laist wird der Absäugekasten nach der Abwässerung erhöht. Bei größeren Sinkwerken legt man auch wohl mehrere Absäugekasten an, deren Absäugeröhren mit einander verbunden werden. Außer der Ablaßröhre wird in einzelnen stehenden Wehren auch eine Säuberrolle, eine weitere Röhre, in die Verdämmungsmasse eingebaut. Die Anordnung ist je nach Lage und Form der Wehre verschieden.

Fig. 116.



Der Lage nach hat man hauptsächlich zu unterscheiden Rollwehre und Ebenwehre oder stehende Wehre und liegende Wehre.

Beim Rollwehr liegt der Damm in einem saigern Überbrechen des Ablaßoffens und die Sohle des Sinkwerkes liegt in Wehrhöhe über der Sohle der Schachtrichte. Beim Ebenwehr liegt die Sohle des Ablaßoffens in gleicher Höhe mit der Werkssohle. (S. Fig. 116 u. 117.)

In Fig. 116, Rollwehr, ist *a* die Wehrdammmasse, die zum Schutz gegen ein Herauspressen der Wehrdammmasse mit ihren Wehrkränzen

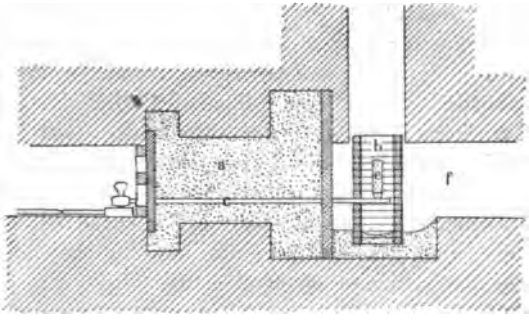
Digitized by Google

k im Gebirge fest verlagert ist; *b* ist der Absäugekasten, *c* die Ablafsröhre mit der Seihröhre, *d* die Rolle, *f* das Sinkwerk.

In Fig. 117, Ebenwehr, sind die einzelnen Teile entsprechend bezeichnet, nur fällt hier die Säuberrolle *d* weg.

Rollwehre bieten eine gröfsere Sicherheit gegen Umschneidung und Zerstörung des Wehres, es geht aber ein Teil der Versudhöhe verloren, bei Ebenwehren ist eine vollständigere Ausnutzung der Bergdicke möglich. Man hat deshalb auch beide Arten von Wehren mit einander verbunden (in Berchtesgaden).

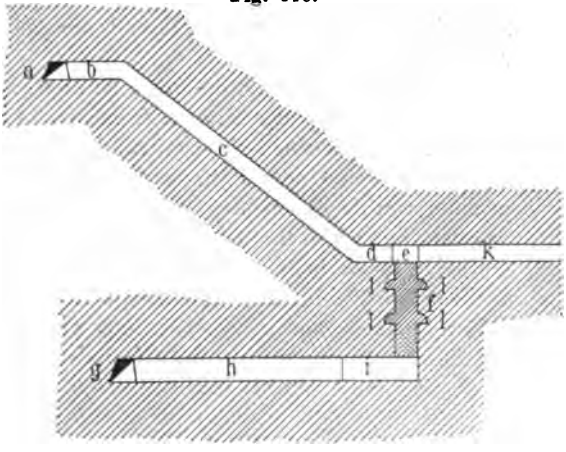
Fig. 117.



Für gewöhnlich nennt man folgende Arten von Wehren:

1. Das Rollwehr.
2. Das Pütten- oder Grubenwehr, beides stehende Wehre.
3. Das gemeine Dammwehr oder Ebenwehr.
4. Das offene Dammwehr, Halleiner oder Dürnberger Wehr.
5. Das Berchtesgadener Wehr, diese drei liegende Wehre.

Fig. 118.



Bei Anlegung der Rollwehre geht man auf der höheren Stollensohle von der Schachtrichte oder Kehr *a*, Fig. 118, aus mit einer kurzen Strecke, dem Ebenschürfl *b*, bis zu dem Punkte, wo man das Sinkwerk oder den Ankehrschurf *c* ansetzen will. Diesen versieht man mit Treppenstufen, um ins Werk gelangen zu können. Die Sohle des Werkes liegt etwa 30 bis 40 *m* unter der oberen Sohle. *d* ist der Wehr- oder Püttenoffen, der zur Hornstatt *e* führt. Das darunter liegende saigere Gesenke *f* (Ablafsgrube oder Püttenschacht) führt 9 bis 12 *m* abwärts auf die tiefere Sohle. Nach diesem Gesenke, in dem die Verdämmung angebracht wird, führt von der Schachtricht *g* der tieferen Sohle ein schwach ansteigendes Richtort *h*, der Ablafsoffen. Dieses erweitert sich bei *i* und bildet die Fafsstatt oder das

Digitized by Google

Füllort. Vom Wehroffen *d* aus wird über die Hornstatt *e* hinaus der Hauptpüttenoffen *k* angesetzt. In dem Püttenschachte, der in seiner ganzen Höhe verdämmt wird, bringt man, um der Verdämmung genügenden Halt zu geben, die Wehrkränze *ll* an, die in dem Salzgebirge ausgewirkt, d. h. mit Keilhaue ausgehauen werden. Die ganze Bodendicke, der Grubenstock, etwa 8 *m* hoch, bleibt hierbei unbenutzt.

Die Grubenwehre waren früher vorzugsweise in Ischl, Aussee und Hallstadt in Gebrauch. Sie unterscheiden sich von den Rollwehren nur dadurch, dafs sie keine Säuberrolle haben, sondern eine besondere Säuberungsaufzugsgrube erhalten, durch die das Sinkwerk von der oberen Sohle zugänglich ist und die zum Säubern des Werkes dient, indem der aufgehäufte Laist auf die obere Sohle heraufgehaspelt wird. Sie haben den Vorteil, dafs beim Säubern nicht der obere Teil des Rollwehrs, der die Säuberrolle bedeckt, weggebrochen werden mufs, da die Rolle selbst entbehrlich ist. Im übrigen hat es denselben Nachteil wie das gewöhnliche Rollwehr. Die Säuberungsgrube wird von einer über das Sinkwerk söhlig getriebenen Strecke (Hornstattoffen) und der dort angelegten Hornstatt senkrecht auf die über dem Rollwehre liegende Ablafsgrube abgeteuft. Mit der Aufwässerung des Werkes und der Erhöhung des Laistbodens verkürzt sich die Säuberungsgrube, während die Ablafsgrube wächst und der Ablafskasten erhöht wird.

Das gemeine Damm- oder Ebenwehr. Hier liegt der Laistdamm in einer von der unteren Schachtricht schwach ansteigend zum Sinkwerke getriebenen Strecke (s. Fig. 119). Hinter dem Ablafsoffen *e* liegt die Wehr- oder Püttenstatt *g*, auf die die Säuberungsaufzugsgrube *q* von der Hornstatt *o* abgeteuft wird. Die Verdämmung besteht aus dem inneren Wehr- oder Hauptdamm *k* und dem vorderen Damm *l*, die beide in die Seitenstöfse, in die Firste und die Sohle 1 bis 2 *m* eingreifen und 60 bis 80 *cm* stark sind. Der Zwischenraum *m* zwischen beiden Dämmen, von etwa 3 *m* Länge, wird ebenfalls noch etwas breiter als die Strecke genommen und mit Laist ausgefüllt, sobald die Ablafsröhre eingeführt worden ist.

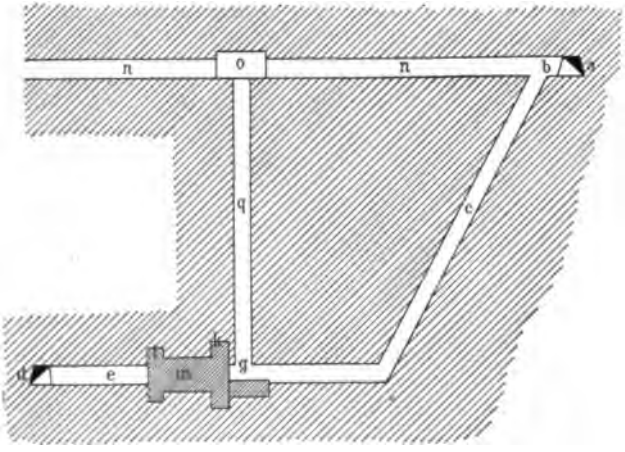
Bei diesem Wehr kann die ganze Bergdicke ausgelaugt werden, aber die Gefahr der Verschneidung ist grofs. Der Hauptdamm wird zu diesem Zwecke nach oben erhöht und die Ulmen werden in der Nähe des Wehres durch Verdämmungen geschützt.

Das Halleiner oder Dürnberger Dammwehr erhält über der Verdämmung einen offenen Zugang zum Sinkwerke. Dieser Zugang mufs mit aufsteigender Versiedung höher gelegt, der Damm dem entsprechend erhöht werden. In Fig. 120 ist *e* der von der Hauptschachtrichte *d* mit schwachem ($^1/_{21}$) Ansteigen getriebene Wehroffen, *f* dessen söhlige Verlängerung, der Anlagsoffen oder Hauptpüttenoffen, *g* sind gemeine Öffen, *h* ist der Steigkasten vor der Ver-

Digitized by Google

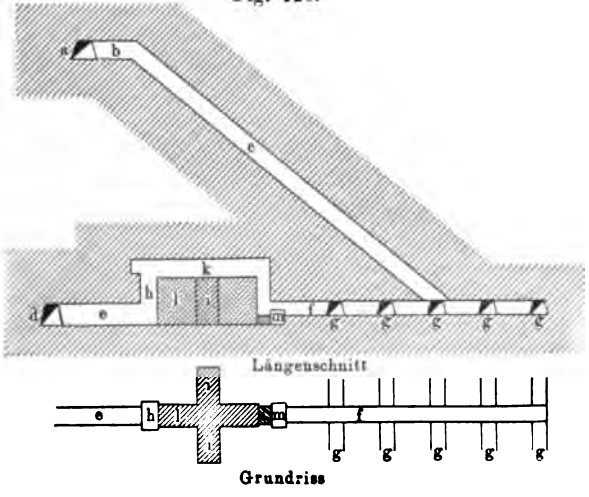
dämmung *l*, *i* sind die in die Seitenstöfse eingreifenden Flügel des Dammes, *k* ist der Langoffen, in dem die Verdämmung *l* auf 12 *m* Länge so angebracht ist, dafs darüber eine fahrbare Strecke bleibt. Die Oberfläche des Dammes *l* mufs immer etwas höher als der Werks-

Fig. 119.



himmel liegen, gewöhnlich 3 *m*, eine Höhe, die nach jeder Aufsiedung von etwa 2 *m* 1 *m* Abstand über dem Werkshimmel behält, *m* ist der Einsäugekasten, der etwa 2 *m* vom Langoffen entfernt angebracht

Fig. 120.



ist. Von ihm geht das Ablafsrohr aus, das mit schwacher Neigung in den Damm eingelegt ist.

Die Vorzüge des Dürnberger Wehres trotz höherer Anlagekosten sind leichtere Beobachtung des Standes der Aufsiedung und des Werk-

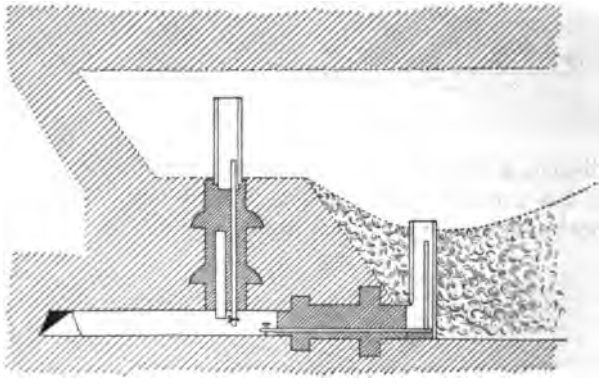
Digitized by Google

himmels, leichtere Säuberung durch den Langoffen, guter Wetterwechsel; untaugliche Ablafsröhren können leicht durch bessere, höher eingelegte ersetzt werden. Die breiten Dammflügel schützen besser gegen Verschneidung.

Das Berchtesgadener Wehr hat in Verbindung mit dem gemeinen Damm- oder Ebenwehr ein Rollwehr (s. Fig. 121). In der Regel wird zuerst das Ebenwehr allein benutzt und erst, wenn die Versiedung so weit fortgeschritten ist, der Laistboden sich bis über das Rollwehr erhöht hat, wird dieses benutzt. Ist eine Vermehrung der Gewinnung erwünscht, so wird bei beiden Wehren zugleich versotten, es wird dann eine doppelte Werksveröffnung über einander vorgenommen, so dafs man Doppelwerke erhält.

Aufser diesen kennt man noch eine Reihe anderer Ausführungen und besonderer Wehrbezeichnungen, wie Püttenstockwehr von Hall,

Fig. 121.



Letten-Püttenwehre von Hall, Ausseeer Grubenwehr, Salzkammerguts-Rollwehr, Altes Püttendammwehr von Hall, Letten-Dammwehr von Hall, Stockwehr, Altes Salzkammerguts-Dammwehr.

Um die Wehre davor zu schützen, dafs sie unter dem Einflusse des stark quillenden Gebirges nach vorn herausgedrückt werden, bringt man vor die Laistverdämmung den aus Holz gebauten Wehrbund, ein Holzgeviert, das sich an Firste, Sohle und Ulmen gut anlegt und die vor die Dammfläche horizontal über einander gelegten oder vertikal neben einander gestellten Bundhölzer hält. Zur Sicherung der Wehre gegen das Sinkwerk hin hat man den Anlags- oder Hauptpüttenoffen vor dem Wehrdamme noch mit Letten verschlagen und bezeichnet solchen Verschlag als Lettengerüst. Sind zur Sicherung gegen den Wehroffen oder Langoffen Holzdämme geschlagen, so bezeichnet man solch ein Wehr als Stockwehr, bei Anwendung beider Sicherungen Stockwehr mit Lettengerüst.

Digitized by Google

Einen einfacheren Wehrverschluſs hat man am Salzberge zu Hall eingeführt[1]), durch den das umständlichere öftere Erneuern des Wehrdammes vermieden wird. Da dieser Salzberg nur geringen Salzgehalt im Haselgebirge zeigt, so ist es nicht möglich, durch einfache wiederholte Wässerungen einen veröffneten Werkssatz unter Himmel zu bringen. Nur etwa zwei Offenwässerungen geben gesättigte Soole. Um dann nicht schon zu Himmelsverätzungen schreiten zu müssen, sondern die Offenmittel vollständig gewinnen zu können, muſs schon nach einer Reihe von Offenwässerungen eine Offensäuberung vorgenommen werden. Um leichten Zutritt zu den Öffen zu haben und das Wehr leicht wieder schlieſsen zu können, hat man den 2 *m* dicken, aus Werklaist hergestellten Damm der älteren Wehre beseitigt. Bei den hier in Gebrauch gewesenen älteren Wehren, Fig. 122, ist *S* der aus Holz gezimmerte Sumpfkasten, *W* die Wehrstatt, *L* eine 20 bis 30 *cm* starke Lettenverstauchung, *D* ein 2 *m* starker Dammflügel aus geworfenem Werklaiste, der zwischen Pfostenwänden *P* festgeschlagen wird, *R* ist das Wehrrohr oder die Ablaſsröhre, *H* ist das vor der Dammbrust zur gröſseren Haltbarkeit angebrachte Wehrbund. Der Werksabschluſs bei dem neuen Wehr (Fig. 123) geschieht nun durch ein 5 *mm* starkes Eisenblech *E*, welches an dem vordersten Wehrfahrtl-Thürstocke *T* durch Verbindungsschrauben *V* befestigt

Fig. 122.

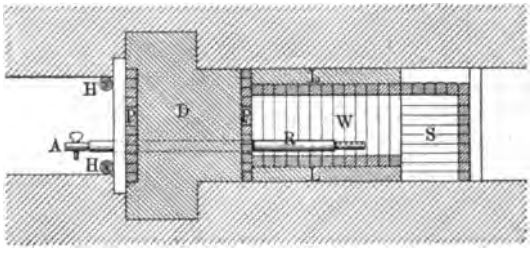
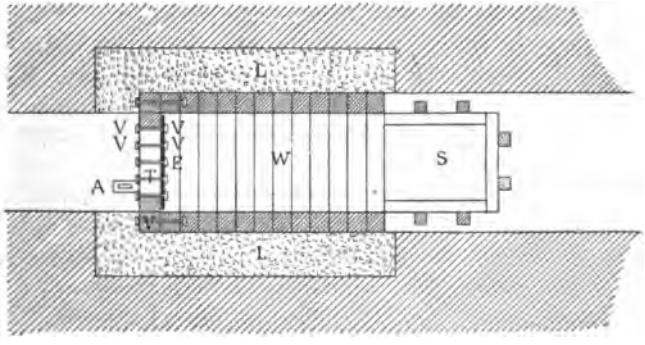


Fig. 123.



[1]) *A. Haupolter, Ö. Z.* 1893, **41**, 154.

Digitized by Google

ist. Die Fugen zwischen Holz und Eisen sind mit Kitt aus Firnis und Kreide verstrichen. Ein Wehrrohr ist nicht vorhanden, nur die Ablafspiepe *A*. Die An- und Abschraubung der Eisenthüre erfordert nur einige Stunden Arbeit.

Die Gröfse der Ausnutzung des Haselgebirges bei verschiedenen Sinkwerken ergiebt sich aus dem Verhältnisse der erzeugten gesättigten Soole zu dem Produkt aus der Himmelsfläche oder Wehrfläche und der Versudhöhe. Ist z. B.[1]) die Wehrfläche (der Himmel) 2699 *qm*, die Versudhöhe 3,46 *m* und die Menge der erzeugten Soole 291 738 *hl*, so entfällt auf 1 *cbm* Haselgebirge $\frac{291\,738}{2699 \times 3{,}46} = 31{,}22\,hl$ 32grädige Soole mit 999,04 *kg* Salz, das sind $\frac{999{,}04}{2078} = 48$ *Pzt.* Salz, wenn in 1 *cbm* Haselgebirge 2078 *kg* Salzgebirge enthalten sind. Dieser Prozentsatz entspricht gewöhnlich dem Ergebnisse eines einfachen Wehrbetriebes im Salzberge zu Aussee.

Die Leistung eines Sinkwerkes ist die in der Zeiteinheit, z. B. einer Stunde, gelieferte Soole, wobei die Zeit sämmtlicher Perioden zusammen zu rechnen ist, z. B. 253 313 *hl* Soole in einem Ausseeer Sinkwerke zu gewinnen, erforderten

Füllzeit	74 Tage	23	Stunden,
Ätzzeit	79 „	17	„
Abflufszeit	219 „	4,5	„
zusammen	373 Tage	20,5	Stunden.

In einer Stunde wurden also geliefert

$$\frac{253\,313}{(373 \times 24) + 20{,}5} = 28\,hl \text{ Soole},$$

eine gewöhnliche Durchschnittsziffer für einfache Laugwerke.

Nach den von Schernthaner beim Ausseeer Salzberg gesammelten Erfahrungen schwankt die Leistung eines Laugwerkes bei Offenverwässerung von 12 bis 21 *hl*, bei intermittirender Werksverwässerung von 18 bis 31 *hl*, bei kontinuirlicher Verwässerung von 37 bis 41 *hl* Soole in der Stunde.

Bei stärkerem Bedarfe entnimmt man den Werken auch wesentlich gröfsere Mengen bis zu 100 *hl* in der Stunde, ohne dadurch die Soole zu trüben, und gewöhnlich nicht weniger als 50 bis 60 *hl*.

Die Umtriebszeit wird dadurch wesentlich abgekürzt, dafs man so viel Wasser, als nur immer die Röhrenleitungen hergeben, dem Werke zuführt.

Um eine schnellere und gleichmäfsigere Aufsiedung in dem Sinkwerke zu erzielen, legt man mehrere Werke über einander an (Doppel-

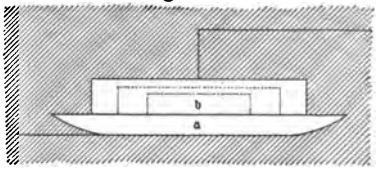
[1]) *A. Schernthaner*, Der Schachtwerksbetrieb am Ausseeer Salzberg. *Ö. Z.* 1889, 37, 77.

Digitized by Google

werke oder Doppelwehre) und bezeichnet das eine als Unterwehr, das andere als Überwehr, zwischen beiden bleibt ein Zwischenmittel von mehreren Metern Stärke anstehen. Bei ungleichmäfsigem Verlaufe der Aufsiedung kommen jedoch Durchbrüche aus dem oberen ins untere Werk vor, wodurch die Wirkung vereitelt wird.

Besser scheint das von Schernthaner empfohlene und beschriebene Verfahren der Aufsiedung durch Schachtwerksbetrieb zu sein, um eine gleichmäfsige Gewinnung beliebiger Etagenhöhen zu erreichen[1]). Bei diesem Verfahren wird das Wasser nicht seitlich in das veröffnete Werk durch den schräg abfallenden Ankehrschurf, sondern durch einen auf die Mitte des Sinkwerkes niedergebrachten Schacht eingeleitet, wobei zur Herstellung des ersten Schachthohlraumes das Wasserspritzverfahren angewendet wird. Das Unterwerk wird zunächst auf $3^1/_2$ *m* Höhe mit Wasser gefüllt und vergütet und dann bis zum Himmel mit gesättigter Soole gefüllt gehalten. Die darüber stehende Bergdicke wird nun abschnittweise, wie mit einzelnen einander unmittelbar folgenden Überwerken, abgebaut. Die Spritzwasser werden aus mehreren horizontalen Armen gegen die Schachtstöfse getrieben und fliefsen an diesen herab auf die gesättigte Soole des Unterwerkes, hier den nächsten Abschnitt und zwar die Schachtstöfse ätzend. Durch intermittirenden Betrieb, also Füllen, Sättigen, Entleeren des Schachtraumes, wird das erste Schachtwerk *b* (Fig. 124) über dem Unterwerk *a* hergestellt und allmählich erweitert, indem man darauf achtet, dafs Himmels- und Ulmenverätzung in dem erforderlichen Verhältnisse fortschreiten. Hat das erste Schachtwerk die Ausdehnung des Unterwerkes erreicht, so wird auch das Schachtwerk mit gesättigter Soole gefüllt gehalten und ein zweites Schachtwerk darüber in Angriff genommen und verwässert. 1893 stand in Aussee über dem Unterwerke von 3,46 *m* Höhe das vierte Schachtwerk in einer Versudhöhe von 33,79 *m* in Betrieb. Bei einer Himmelsfläche von etwa 3000 *qm* über dem dritten Schachtwerke und einer Versudhöhe von 30,11 *m* sind über 3 Mill. Hektoliter Soole in 56 400 Stunden (= 6 Jahre 5 Monate 10 Tage) gewonnen worden, in einer Stunde 53 bis 54 *hl*. Für das Unterwerk hatten 16 Wässerungen, für das erste Schachtwerk 36, für das zweite 34 und für das dritte Schachtwerk 40, zusammen 126 Wässerungen stattgefunden, wobei 2 700 000 *hl* Wasser zum Füllen, 80 000 *hl* Wasser beim Verätzen verbraucht worden sind.

Fig. 124.



Um die Gröfse der Himmelsfläche (*F*) überschläglich jederzeit

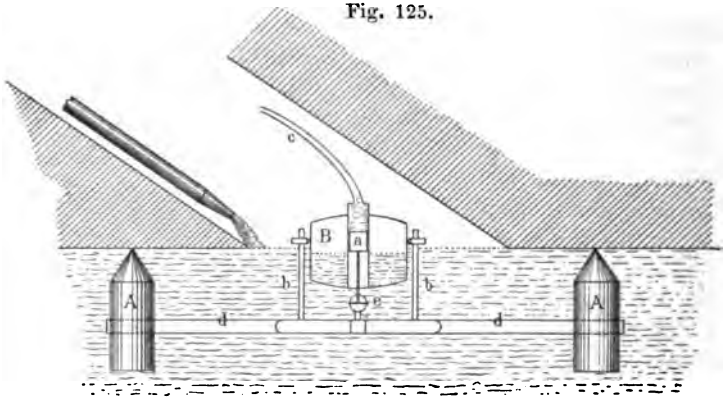
[1]) Aufsiedung beliebiger Etagenhöhen etc. am Ausseeer Salzberge, *Ö. Z.* 1888, **36**, 159, 177; 1889, **37**, 77 u. 94.

Digitized by Google

ermitteln zu können, ist die Menge der abgeflossenen Soole (C) zu messen und der Höhenunterschied zwischen dem Soolstande nach dem Abflusse und dem Himmel (H) an dem Soolstandsmesser abzulesen, man berechnet $F = \frac{C}{H}$.

Zur Beurteilung der Höhe des Wasserstandes im Werke und ob das Wasser stets den Himmel berührt, dient der Himmelsnagel, ein im Ankehrschurfe befestigter Mafsstab, an dem der Stand der Soole abzulesen ist. Da ein fortwährendes Kontrolliren zeitraubend ist, auch die genaue Lage der Himmelsfläche dabei nicht leicht festzustellen ist, hat Balzberg[1]) einen Differentialschwimmer konstruirt, dessen unterer vierarmiger Teil sich durch den Auftrieb fest an die Himmelsfläche legt, während sich über diesen Armen ein in Führungen schwimmender Kessel je nach der Höhe des Soolstandes hebt oder senkt und

Fig. 125.



den Unterschied zwischen Himmelshöhe und Soolstand anzeigt (siehe Fig. 125). dd sind vier kreuzweise gestellte lange Arme, die an ihren Enden nach oben spitz zulaufende Schwimmbüchsen A tragen, diese berühren mit ihren Spitzen den Himmel bei annähernd genügender Füllung. B ist ein Kupferkessel, der durch Einfüllen von Wasser bis zu einer bestimmten Marke in die Flüssigkeit eintaucht, bb sind Führungsleisten mit Stiften, zwischen denen sich der Kessel B auf und ab bewegen kann. Ein mit dem vierarmigen Schwimmer durch Kugelgelenk e verbundener Kolben bewegt sich in einem in dem Kesselschwimmer angebrachten Cylinder a, der mit Öl gefüllt ist und durch einen ebenfalls mit Öl gefüllten Gummischlauch c mit einem am oberen Ende des Ankehrschurfes aufgestellten Barometer in Verbindung steht, wo jede Veränderung der Lage der Schwimmer zu einander infolge der Bewegung des Kolbens im Ölcylinder abgelesen werden kann. Steigt das Barometer über eine gewisse Marke, so ist Wassermangel

[1]) *C. v. Balzberg*, *Ö. Z.* 1889, **37**, 101.

Digitized by Google

vorhanden, fällt es zu stark, so bekommt das Werk Überhimmel, d. h. es hat zu hohen Wasserstand. Der Gummischlauch läfst sich auch mit einem kleinen Cylinder verbinden, in dem ebenfalls ein Plungerkolben spielt, bei dessen Anheben, wodurch Wassermangel im Werk angezeigt wird, das gut abbalancirte Ventil der Wasserzuleitungsröhre leicht gehoben und das erforderliche Wasser dem Sinkwerke zugeführt wird, bis bei genügendem Soolstande die Schwimmer zu einander wieder die normale Lage einnehmen. Da dann der Druck auf die Ölsäule nachläfst, schliefst sich das Wasserzulaufventil wieder.

Bei dem bisherigen Verfahren des Auslaugens bleiben etwa $^6/_7$ aller Mittel des Haselgebirges unbenutzt. Mittel, um eine bessere Aufsiedung zu erreichen, sind Beschleunigung der Füllung und Verätzung der Werke, die kontinuirliche Verwässerung, Auslaugen der ganzen zwischen zwei Etagen gelegenen Versudhöhe durch Doppelwerke oder Schachtwerkbetrieb, Aufführung von Schutzdämmen bei drohenden Verschneidungen [1]).

Untersuchungen darüber, ob der Sinkwerksbetrieb durch trockene Gewinnung und Auflösung des Salzgebirges mit Vorteil ersetzt werden kann, sind in älterer und neuerer Zeit gemacht worden [2]).

Die gewonnene Soole wird gutgesprochen, für siedewürdig erklärt, wenn sie in dem Sinkwerke bei 15° *R.* im Hektoliter 32,29 *kg* Salz enthält. Die Soolen werden in älteren Werken (Einschlagwerken) aufbewahrt, ehe sie zur Versiedung kommen. Sie klären sich während dieser Ruhe ab, erleiden aber auch eine chemische Umwandlung, die eine Minderung des Kochsalzgehaltes und eine Erhöhung des Gehaltes an fremden Salzen herbeiführt. Die kontinuirliche Wässerung erzeugt reinere Soolen als die intermittirende. In den hölzernen Leitungsröhren, die gewöhnlich zur Hälfte mit Soole gefüllt sind, setzt sich unten Gyps ab, am oberen Teil der Wandungen effloreseirt Salz.

Nach *Kussin* erhält die im Dürnberge erzeugte Soole der Saline zu Hallein *a*) mit 1,200 und *b*) mit 1,2035 *spf. Gew.* folgende Bestandteile:

	a)	*b*)
Chlornatrium	24,521	24,920
Chlorkalium	0,092	0,174
Chlormagnesium	1,992	1,400
Bromnatrium	0,009	0,004
Schwefelsaures Calcium	1,721	1,320
Schwefelsaures Natrium	0,092	0,203
Kohlensaures Calcium	Spur	0,604
Kieselsäure	0,009	0,082
Mangan	Spur	Spur
Thonerde	Spur	Spur
Organische Substanz	Spur	Spur
	28,436	28,707

[1]) Himmelsverätzung mit besser geregelten Einrichtungen von *A. Miller, R. v. Hauenfels, Ö. Z.* 1891, **39**, 371.

[2]) *Ö. Z.* 1868, **16**, Nr. 4 (*v. Schwind*), Nr. 13 (*Aigner*); 1896, **44**, Nr. 30 (*Grüner*); 1898, **46**, 701 (*Aigner*).

Digitized by Google

Die Arbeiter verdienen beim Sinkwerksbau 60 bis 107 *Kr.* den Tag.

Ueber die Fortschritte in der Verlaugung des Haselgebirges, die die neuere Zeit gegen früher gebracht hat, spricht sich *A. Aigner*[1]) wie folgt aus.

Zu Anfang des Jahrhunderts ätzte man zu Hall in der Woche etwa 1 bis 2 *Decimalzolle* vom Werkshimmel ab, 40 bis 50 Wochen dauerte die Verlaugung bis zur Gutsprechung. Ein bestimmter Plan für die Anordnung der Werke neben- und übereinander bestand nicht. Bei drei Etagen zeigte der Grundriſs kaum ein freies Mittel. Die Verätzung war so unregelmäſsig, daſs die ausgelaugten Werke Umrisse mit langgestreckten, Fjord ähnlichen Buchten zeigten. Die Ausnutzung des Salzgebirges in damaliger Zeit schätzt man bei dieser Regellosigkeit nur zu etwa 3 *Pct.*

Die neueren Verbesserungen erstrecken sich auf die Anlage der Soolenerzeugungswerke, die Säuberungs- und Soolenablaſseinrichtungen, den Betrieb der Wässerung und Soolenerzeugung, die Leitung der Soole und die Förderung, ganz besonders aber auf die Erhaltung der Werksgebäude. Was die Wehranlagen betrifft, so hat das Ebendammwehr mit seiner Förderpütte als zweckmäſsigstes fast überall Anwendung gefunden und wird für die Zukunft als einzig noch berechtigte Ausführung anzusehen sein. Dabei kann der Soolenabfluſs nach unten und die etwa erforderliche Säuberung nach oben auf einfachste Weise ausgeführt werden. Der Dammkörper braucht dazu nicht wiederholt aufgerissen zu werden und man verliert nicht durch den Bodenstock an Salzgebirge. Bei der Veröffnung und ersten Herstellung der Werksräume ist man von der Kreuzveröffnung, die bis zur ersten Säuberung bis zu 18, einen Zeitraum von drei Jahren überdauernde Wässerungen erforderte, zur Parallelveröffnung und schlieſslich zum Vollaushauen der Werksräume, jetzt auch unter Anwendung elektrischen Bohrbetriebes übergegangen und hat dadurch bedeutend an Zeit und Geld gespart. Beim Vollaushauen ist der Werksraum nach Verlauf von höchstens einem Jahre fertig gestellt.

Die Verbesserungen in der Wässerung sind wesentlich auf die von *F. v. Schwind* gegebenen Anregungen zurückzuführen. Die bessere Kenntnis der Lösungsverhältnisse führte zur Anwendung verschiedener Wässerungsarten, wie die kontinuirliche Wässerung, die intermittirende Schnellwässerung, die Wässerung in vertikalen Absätzen, die Überwässerung und schlieſslich die Schachtwässerung, die alle je nach den gegebenen Verhältnissen Vorteile bieten, aber auch ihre Mängel haben. Es ist infolge dieser Verbesserungen jetzt möglich, 100 000 *hl* Soole bei fünftägiger Füllzeit und 0,6 *m* Ätzmaſs in 20 Tagen fertig zu vergüten. Die Anwendung eiserner Röhren zur Soolenleitung, ver-

[1]) *A. Aigner*, Die Salzberge der Alpen am Ende des 19. Jahrhunderts, *Ö. Z.* 1898, **46**, 69.

Digitized by Google

besserte Meßapparate ermöglichen es jetzt, mit sehr wenig Verlusten die Soole den einzelnen Sudwerken in den zusammen etwa 67 *km* langen Leitungen zuzuführen.

Zur Förderung hat man nunmehr an Stelle der früher gebräuchlichen kleinen Hunde, die in den stark bis 3 *Pct.* steigenden Stollen liefen, Einrichtungen getroffen, die der neueren Bergbautechnik entsprechen. An einzelnen Orten ist bereits die Elektricität in den Dienst der Förderung getreten. Man hat dabei in Aussee etwa 50 *Pct.* an Löhnen gespart. Auch die abgefangenen Gebirgswasser werden mehr und mehr (Hallstadt, Ischl) zu Kraftzwecken benutzt.

Besonders wichtig sind die Verbesserungen, die dazu dienen, die Werke lange betriebsfähig zu erhalten, Verschneidungen zu verhüten und das ganze Werksgebäude stabil zu erhalten.

Nach *Aigner*[1]) lassen sich im günstigsten Falle bei Wehrzustellungen mit vertikalen, ringsum geschützten Prismen bis zu 26,9 *Pct.*, bei cylindrischen Werken 18,9, bei den jetzigen älteren, einfachen Werken jedoch nur 5,2 und auch bei den *Schwind*schen Doppelwerken nicht mehr als 7,5 des im Gebirge enthaltenen Salzes ausgewinnen. In diesen Fällen macht das Baugerippe noch 32,6, 51,1, 69,5 und 71,9 *Pct.* des Salzgebirges aus. Man erkennt daraus, welche Fortschritte in dieser Beziehung noch möglich sind und erwünscht bleiben.

Aigner[2]) berechnet unter der Annahme, daſs 10 *Pct.* Salz im Laiste verloren gehen, daſs eine 10 *m* hohe Bergfeste zwischen den Laugwerken anstehen bleibt und die Endfläche des kreisförmigen Laugwerkes 5026,5 *qm* ausmacht, bei einem Laiste mit 73 *Pct.* Salzgehalt eine mögliche Salzausgewinnung von 16,32 *Raumprozenten* des ganzen Haselgebirges, gegen 3 und höchstens 7 *Pct.* bisheriger Gewinnung. Bei der Verbesserung der Sprengtechnik, der Verwendbarkeit der Elektricität sind die Bedingungen für die trockene Gewinnung des Salzgebirges gegen früher weit günstiger geworden, so daſs von neuem in Frage kommen kann, ob es nicht vorteilhafter sei, das Salzgebirge trocken zu gewinnen und in verschiedenen Sinkwerken auszulaugen, wobei nach *Aigner* darauf Rücksicht zu nehmen ist, daſs das Lauggut in dem Lösungswasser in Bewegung gehalten wird. Einfacher wird es sein, das umspülende Lösungswasser bis zur Sättigung im Kreislauf zu erhalten. Auch wären vielleicht mit dem Schönebecker Spritzverfahren Erfolge zu erzielen, wenn es den Verhältnissen des Haselgebirges angepaſst würde.

Einstweilen sucht man das Verfahren des Sinkwerksbetriebes nutzbringender zu gestalten.

Zur Verhinderung unregelmäſsiger Verätzung und Verschneidungen ist die Anwendung von Schutzdämmen mehr und mehr als

[1]) Österreichischer Salzbergbau, *Leob. Jahrb.* 1892, 40.
[2]) *Ö. Z.* 1898, 46, 701.

Digitized by Google

zweckmäfsig erkannt worden. Auf dem Ischler Salzberge, wo schon in älterer Zeit die Anwendung von Schutzdämmen üblich war, sind seit 1754 in 142 Jahren 4662,8 *cbm* Schutzdammmasse aufgeführt worden. Dafür sind an Kosten nach dem Durchschnitte der letzten zehn Jahre 0,1 *kr* für 1 *hl* Soole oder 2,3 *Pct.* der Gesammtkosten aufgelaufen. Die später versuchten gemauerten Cementschutzdämme [1]) liefsen sich wegen Mangel an geeignetem, in den Werksräumen abfallendem Material (Anhydrit) nicht ausgiebig genug ausführen. Die neuerdings von *C. Schraml* in Hallstadt angewendeten, wesentlich verbesserten Cementdämme (s. S. 503) lassen durch den günstigen Erfolg wesentliche Fortschritte in der besseren Ausgewinnung des Salzgebirges durch Erhaltung regelmäfsiger Formen der Auslaugungsräume erwarten.

Für den Verlauf der Salzsiedung ist das Alter der Soole von einigem Einflufs [2]). Alte und junge Soole sind etwas verschieden zusammengesetzt. Bei gleichem Chlornatriumgehalt haben die gesättigten Soolen verschiedene Dichte. Als junge Soole bezeichnet man in den alpinen Salinen Soole, die unmittelbar oder sehr bald nach ihrer Gutsprechung benutzt wird, alte Soole ist die, die nach ihrer Sättigung noch längere Zeit, oft mehrere Jahre im Erzeugungswerke oder in einem Einschlagwerke aufbewahrt ist. Nach *C. v. Hauers* Untersuchungen [3]) ändert sich mit der Zeit die chemisch-physikalische Zusammensetzung der Soole. Die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung gründen sich auf die bei der Auslaugung des Gebirges sich verschieden gestaltenden Lösungsvorgänge und die Verschiedenheit der Gebirgszusammensetzung, sodann auf den im Laufe der Zeit sich vollziehenden Austausch der in der gesättigten Soole enthaltenen Salze, der durch den verschiedenen Grad der Löslichkeit der Salze in schwächerer und stärkerer Soole und die Veränderungen in der Löslichkeit der Salze bei dem Wechsel der gelösten Salzmengen und durch chemische Umsetzungen zwischen den Nebensalzen der Soole veranlafst sein wird. Die Soolen von Ischl, Hallstadt und Aussee zeigen auch bei gleichem Alter verschiedene Zusammensetzung, da die Gebirgszusammensetzung und die Lösungsvorgänge verschieden sind.

Das Eustach-Herrisch-Werk im Ausseeer Salzberg wird seit 1766 betrieben, bis 1859 waren 94821 *cbm* Gebirgsmasse ausgelaugt. Seit der Zeit hat man dort Soole aus höheren Werken aufgespeichert. Analysen einer im Jahre 1863 entnommenen vierjährigen Soole und einer im Jahre 1896 entnommenen 24jährigen Soole ergaben folgende Zusammensetzung:

---

[1]) *A. Aigner, Leob. Jahrb.* 1878, **26**.

[2]) *A. Aigner, Ö. Z.* 1896, **44**, 498.

[3]) *C. v. Hauer,* Salinenbetrieb im österreichischen und steiermärkischen Salzkammergute, *Wien* 1864, bei *Braumüller.*

Digitized by Google

	4jähr. Soole 1863	24jähr. Soole 1896
Schwefelsaures Kalium	1,1298	1,8230
Schwefelsaures Calcium	0,1888	0,0970
Schwefelsaures Magnesium . . .	—	1,140
Chlormagnesium	0,8698	0,3280
Schwefelsaures Natrium	2,659	—
Chlornatrium	23,627	24,749
Summe fester Bestandteile . .	27,83	28,16

Die festen Bestandteile haben danach mit dem Alter um 0,33 *Pct.* zugenommen, der Chlornatriumgehalt hat wesentlich zugenommen, der Gehalt an Nebensalzen hat abgenommen. Eine Abnahme des Gypsgehaltes und eine Zunahme des Gehaltes an schwefelsaurem Kalium hat auch *C. v. Hauer* (*a. a. O.* S. 283) nachgewiesen, allerdings dabei auch eine Abnahme des Gehaltes an Chlornatrium. Die Veränderung wird nicht nur durch Umsetzung der in der ursprünglichen Soole enthaltenen Salze unter sich, sondern auch durch Umsetzung dieser Salze mit den Bestandteilen des Gebirges in den Ulmen der Einschlagwerke veranlafst sein. Es wird auch ein Austausch zwischen Salzen der Soole und Salzen des Nebengesteins vor sich gehen. Durch Verdunstung an der Werksoberfläche wird sich überdies Gyps ausscheiden.

Die Untersuchung verschiedener Soolen verschiedenen Alters, wobei eine 2000jährige Soole aus der Keltenzeit[1]) mit in Vergleich gezogen wird, zeigt nach *Aigner* folgendes Ergebnis:

	Alter Jahre	Feste Bestandteile in Prozenten	Spf. Gewicht	*kg* Salz in 1 *hl*	Chlornatriumgehalt Prozent	Nebensalze Prozent
Soole aus dem Hallstädter Salzberge aus der Keltenzeit .	2000	28,38	1,230	34,9	25,26	2,86
Nach *C. v. Hauer* 1863	4	27,83	1,2203	33,96	23,10	4,73
Analyse d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1896 .	24	28,16	1,224	34,46	24,74	3,38
Nach *C. v. Hauer* von der kontinuirlichen Wässerung in Ischl v. J. 1863 (ganz junge Soole) . . .	—	25,79	1,201	31,00	24,52	1,27
Nach demselben vom Salzberge zu Hallstadt v. J. 1863 . .	$1^1/_2$	26,57	1,207	32,09	24,82	1,75
Dagegen Soole aus reinem Chlornatrium nach *Dr. Gerlach* .	—	26,395	1,204	31,736	26,395	—

[1]) *A. Aigner*, *Ö. Z.* 1886, **34**, Nr. 10.

Digitized by Google

Bei der 2000jährigen Soole ist der Chlornatriumgehalt wesentlich höher als der Gehalt von gewöhnlicher Haselgebirgssoole, 34,9 *kg* wird als das Maximum des Gehaltes an Salzen in der Haselgebirgssoole anzusehen sein. Durch die Aufnahme von Nebensalzen steigt die Dichtigkeit von 1,204 bis 1,230. Nach den Erfahrungen in Aussee erhöht der Zusatz alter Soole zur jungen Soole die Dichtigkeit des Füderlsalzes. Die Produkte aus junger Soole sind schottriger, poröser und weisen ein geringeres Durchschnittsgewicht des Werkes auf. Ischl und Hallstadt haben reineres Salzgebirge als Aussee und liefern deshalb reinere Soole als letzteres, die ohne vorherige längere Aufbewahrung gut verwendet werden kann und ein besseres Siedeerzeugnis, nämlich dichteres Formsalz, liefert.

Leitung, Aufbewahrung und Ermittelung des Gehaltes der Soolen.

a) Soolleitungen. Zum Fortleiten der Soole vom Gewinnungsorte (Soolbrunnen, Bohrloch, Sinkwerk) bedient man sich hölzerner oder gufseiserner Soolleitungen, entweder offener hölzerner Kandeln für kürzere Strecken oder geschlossener Röhren (Röhrenfahrten). Durch diese gelangt die Soole in grofse Behälter, Reservoire, wo sie sich abklärt, Schlammteile fallen läfst und zur Versiedung bereit gehalten wird, oder man führt sie sogleich auf die mit Soolkasten (Bassins) versehenen Gradirwerke zur Anreicherung.

Die offenen hölzernen Kandeln sind stückweise aus je drei Brettern oder Bohlen (gewöhnlich Fichtenholz) zusammengefügt und mit Holznägeln verbunden, oben durch kleine Holzstege abgespreizt, im ganzen durch Holzgevierte zusammengehalten. Die Fugen werden mit Werg, auch wohl in Theer getränktem Werg verstopft und mit heifsem Pech oder nur mit letzterem überstrichen. Offene Kandeln wendet man gewöhnlich zur Verteilung der Soole auf den Gradirwerken und auf den Bedachungen der Soolreservoire an.

Zu Röhrenfahrten für die Fortleitung der Soole auf gröfsere Entfernungen, horizontal oder unter Überwindung von Steigungen und unter Anwendung von Druck, wendet man Holzröhren an, ausgebohrte Tannen- oder besser Kiefernstämme. Zum Aneinandersetzen sind sie an einem Ende konisch zugespitzt und passen mit der Zuspitzung (Schnauze) in eine konische Ausdrehung des Endes der folgenden Röhre, in die sie fest eingetrieben werden. Zur Abdichtung werden in die Fuge Holzkeile ringsum eingetrieben. Damit das ausgedrehte Röhrenende nicht platzt, erhält es einen Eisenring, der warm umgelegt wird. Auch um die 2 bis 3 *m* lange Röhre legt man noch einige Eisenbänder, damit die Röhren bei gröfserem Druck nicht aufspringen (Fig. 126).

Damit die Röhren bei höherem Druck den Zusammenhang nicht

Digitized by Google

verlieren, bringt man auch wohl eiserne Klammern in der Weise an den Verbindungsstellen an, wie Fig. 127 zeigt.

Zur Dichtung der Fugen wendet man aufser Holzkeilen auch Werg oder Kitt an. Eine andere Art der Verbindung, die mitunter angewendet worden ist, wird so hergestellt, dafs man in die Kopfflächen der flach zusammenstofsenden Röhrenenden bleierne oder eiserne Büchsen eintreibt. Diese Verbindung giebt nicht so guten Halt wie die erstere. Man wird dann zweckmäfsig die Enden noch durch Klammern oder durch übergeschobene und befestigte Muffen von Eisenblech oder Kupfer verbinden. Bei Abzweigungen wird die Spitze der Zweigröhre in eine seitliche Ausbohrung der Hauptröhre eingesetzt, oder es werden dazu besondere stärkere Zwischenstücke eingebaut.

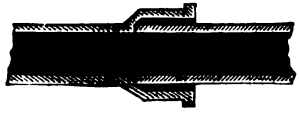
Fig. 126.

Fig. 127.

Die Ausbohrung der Kiefernstämme ist bei 30 *cm* äufserer Stammstärke 10 *cm*. Da eine einzelne Röhrenfahrt bei solch verhältnismäfsig kleinem Querschnitt nicht viel Soole aufnehmen kann, so müssen bei gröfseren Soolmengen mehrere Leitungsröhren neben einander gelegt werden.

Die eindringende Soole schützt das Holz vor Fäulnis, so dafs man die Röhren, ohne allzu schnelle Zerstörung befürchten zu müssen, sowohl in die Erde legen oder auch mit den nötigen Unterstützungen über der Erde fortleiten kann.

Fig. 128.



Mit Rücksicht auf die geringe Weite der Holzröhren, die sich überdies noch durch Gypsansätze vermindert, wendet man jetzt häufiger gufseiserne Röhren an, die in beliebiger Weite für gröfsere Soolmengen in der Regel so hergestellt werden, dafs sie einem 20fachen Atmosphärendrucke Widerstand leisten. Seltener benutzt man die teureren Flanschenröhren mit Verschraubungen und Dichtungen von Bleiplatten, Gummischeiben oder Pappscheiben, die mit Mennigekitt bestrichen sind, gewöhnlich nimmt man Muffenröhren (Fig. 128).

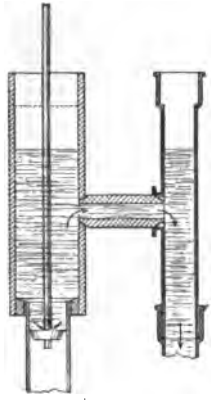
Die Abdichtung geschieht hier mit Werg und Holzkeilen oder nur mit Holzkeilen, die rings in die Fuge zwischen Muffe und Röhrenende eingetrieben werden. Auch dichtet man durch Bleieingufs, nachdem in die Fuge zum Teil getheerter Werg oder Hanfgarn hineingestopft worden war, in der Weise, dafs man rings um die Röhre zur Abschliefsung der Fuge einen Wulst von Lehm legt, der oben einen zu der Fuge führenden Eingufs erhält. Auch treibt man die Bleimasse, wenn sie nach dem Eingiefsen erkaltet ist, oder sogleich kalt in die Fuge und erreicht dadurch bessere Abdichtung, da sich das eingegossene Blei beim Erkalten zusammenzieht und dann nicht immer völlig abdichtet.

Digitized by Google

Gufseiserne Röhren lassen sich leichter und schneller legen, passend gegossene Bogen-, Gabel- und andere Zwischenstücke erlauben jede Richtungsveränderung und Abzweigung bei geringeren Reibungswiderständen in den Krümmungen. Auch bei hölzernen Fahrten hat man deshalb eiserne Zwischenstücke für Abzweigungen und Krümmungen gewählt. Die Verbindung zwischen der passend zugespitzten Holzröhre und der Eisenröhre wird durch Holzverkeilung gedichtet. *Behne* hat ein geeignetes Verfahren zur Legung von Röhrenfahrten näher beschrieben [1]).

Bei abwechselndem Fallen und Steigen der Röhren werden auf den höchsten Stellen offene Röhren (Luftstöcke) aufgesetzt, durch die die angesammelte Luft entweichen kann. Die Höhe dieser Luftstöcke richtet sich nach dem Druck in den Röhren oder der Fallhöhe der Soole. Holzröhren zerbersten dadurch, dafs Luft beim Ausgiefsen der Soole in die Fallröhren mitgerissen und eingepreſst wird. Sie sammelt sich dann schliefslich in solcher Menge in der Tiefe der Fallröhren an, dafs ihr der sich abwärts bewegende Strom nicht mehr das Gleichgewicht halten kann. Sie tritt dann stofsweise in den Fallröhren nach oben, die Soole mit Gewalt aus den offenen Röhren hoch hinausschleudernd. Beim Ausgiefsen der Hubpumpen in die Fallröhren verhütet man, dafs Luft mitgerissen wird, dadurch, dafs die Pumpen nicht von oben in die Fallröhren eingiefsen, sondern tiefer, unterhalb des niedrigsten Soolstandes in den Fallröhren, indem man statt des offenen Ausgusses ein kurzes Rohrstück zur Verbindung zwischen Hubrohr und Fallrohr einschaltet (Fig. 129). Infolge dieser Einrichtung braucht die Soole niemals höher gehoben zu werden, als dem Stande der Soole im Fallrohre und dem zum Abfliefsen erforderlichen Überdruck entspricht.

Fig. 129.



Nach einer Reihe von Jahren müssen die Soolleitungen von den Gypsansätzen gereinigt werden, weil sich der Querschnitt der Röhren zu sehr vermindert hat. Die Röhren müssen dann ausgegraben und die Verbindungen gelöst werden. Die Ansätze sind so fest, dafs sie mit Meifsel und Hammer oder langen Stofseisen losgebrochen werden müssen. Eiserne Röhren erhitzt man vorher gewöhnlich so, dafs man sie erhöht auf Schienen legt und Holzabfälle darunter verbrennt. Der Gyps verliert Wasser und zerfällt, so dafs sich die Ansätze dann leichter entfernen lassen. Man nennt diese Arbeit das Aussteinen der Röhren.

---

[1]) *Behne* in *Karmarschs* Supplementen zu *Prechtls* techn. Encyklopädie 1865, **4**, 106.

Digitized by Google

Bewährt haben sich auf österreichischen Salinen Cementröhren zu Soolleitungen[1]). Auch sind an anderen Orten Glasröhren zu Soolleitungen versucht worden.

Verglaste Röhren werden sich mit Vorteil anwenden lassen. Den industriellen Bedürfnissen in dieser Art genügen Röhren, die aus einer mit einer Metallhülse bedeckten und äufserlich geschützten Glasröhre bestehen[2]).

Die Hülse wird durch einen besonderen Überzug vollständig mit dem Glase verbunden, so dafs das Ganze einen einzigen Körper bildet. Diese verglasten Röhren vertragen eine Temperatur bis zu 300° und einen Druck von über 22 *kg*. Sie werden für Mineralquellen, von chemischen Fabriken und bei elektrischen Anlagen benutzt.

Kieferne Holzröhren mit 10 *cm* Ausbohrung kosten etwa 3 *Mk.* das laufende Meter, gufseiserne Muffenröhren von derselben Weite annähernd ebenso viel, von 250 *mm* Weite 9 bis 10 *Mk.* das laufende Meter.

b) Soolbehälter (Soolbassins, Soolreservoire, Soolstuben). Man unterscheidet Erdreservoire und freistehende Reservoire. Erdreservoire sind entweder nur aus Lehmschlag, meist aber aus Holz oder aus Mauerwerk oder aus Beton hergestellt, freistehende Reservoire vorzugsweise aus Holz, neuerdings auch aus Eisen.

Wo undurchlässiger, thoniger Boden vorhanden ist, lassen sich als Soolbehälter flache, in der Erde ausgeworfene Gruben benutzen, deren Wände und Sohle mit Letten ausgeschlagen sind. Zum Schutze der Lettenverkleidung füttert man Sohle und Wände mit Ziegelsteinen, Steinplatten oder Holz (Liverpool, Dürrheim); oder man baut die Soolbehälter in die Erde versenkt, aus Mauersteinen, die mit hydraulischem Mörtel überzogen werden, oder aus Betonmasse (Erfurt, Dürrenberg), häufiger jedoch aus Holz.

Erdreservoire aus Holz baut man nach der Länge des verfügbaren Holzes bis zu 14 *m* breit und 3 *m* hoch und beliebig lang nach der Menge der unterzubringenden Soole. Etwa $^2/_3$ der Höhe ist in die Erde eingesenkt, $^1/_3$ steht über dem Boden und ist an den Seiten mit Erdböschungen versehen. Auf den in $3^1/_2$ *m* Abstand gemauerten durchlaufenden Grundpfeilern *a* (Fig. 130, a. f. S.), die etwa 63 *cm* hoch und breit sind, kommen die Träger oder Grundschwellen *b* zu liegen, die in der Länge an den Enden über einander geblattet und mit starken hölzernen Nägeln verbunden werden.

Auf die Grundschwellen werden quer darüber alle $4^1/_4$ *m* Bundbalken *c* gelegt, zwischen denen noch je drei Balken als Unterlagen zu liegen kommen. Die Balken sind auf den Grundschwellen auf-

[1]) *Leob. Jahrb.* 1874, **23**, 134.
[2]) *Ö. Z.* 1895, **43**, 190.

Digitized by Google

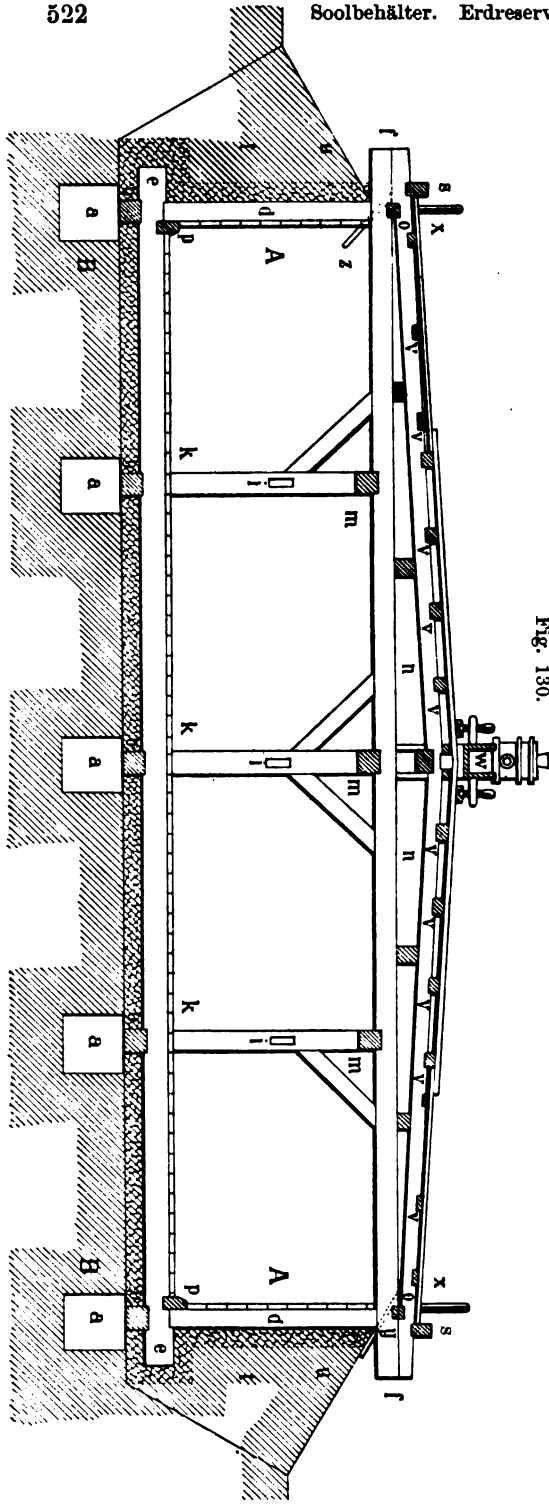


Fig. 130.

gekämmt, damit sie sich nicht verschieben können. Auf der oberen Seite, soweit der Bohlenbelag zu liegen kommt, sind die Bundbalken beschlagen. Die Kopfenden *e* behalten deshalb etwa 5 *cm* Holz und geben den Säulen *d* unten Halt gegen das Herausdrücken. Die Säulen erhalten unten ein Schwalbenschwanzende, das in einen entsprechenden Ausschnitt des Balkens eingelassen und mit Holzkeilen fest an das Kopfende getrieben wird. Das andere Ende der Säulen wird ebenso in die oberen Balken *f* eingezapft. Dicht neben dem Bundbalken am Kopfende kommt ein zweiter, ebenfalls verkämmter Balken zu liegen, um dem Bohlenbelag ein gutes Auflager zu geben. Damit der Kopfbalken beim Antreiben der Bohlen nicht herausgedrängt wird, werden unterwärts noch Holzzangen zwischen die Grundschwellen gelegt, die von unten in die Kopfbalken und die folgenden, jedenfalls bis zum nächsten Bundbalken, eingekämmt sind und diese so zusammenhalten. Zunächst bringt man die Hauptbunde über den Bundbalken an.

Digitized by Google

Darauf werden die drei Mittelsäulen *i* jedes Bundes mit ihren Bändern an dem oberen Bundbalken durch Einzapfen befestigt, unten stofsen die Säulen stumpf auf dem Bohlenbelag auf. Dann werden auf den Zwischenbalken die leeren Bunde aufgerichtet und die oberen Träger *m* untergezogen, die von den Säulen *i* getragen werden.

Über die oberen Balken werden in der Länge des Reservoirs die schwächeren Zangenhölzer *o* übergeschnitten und dann die Verdecksparren *n* aufgeblattet. Nur über jeden zweiten Balken wird ein Sparren gelegt, da diese nicht so viel zu tragen haben. Auf den Sparren werden die Längenriegel *v* eingeschnitten und auf diese die Verdeckbretter genagelt. Bevor das Verdeck aufgebracht wird, kommt der Bohlenbelag hinein. Es werden zunächst in den Winkeln die Bordschwellen *p* auf die Balken aufgekämmt und mit Holznägeln an den Säulen befestigt. Sie sind 26 *cm* hoch und 13 *cm* breit und geben den Bohlen eine gleichmäfsige An- und Auflage. Mit grofser Sorgfalt mufs der Bohlenbelag eingebracht werden. Man verwendet dazu 6 *cm* starke, astfreie, gut ausgetrocknete, fichtene Bohlen. Sie werden genau rechtwinklig beschnitten und erhalten an den inneren Kanten eine Abschrägung, sogenannte Fohsen, 3 *mm* stark und 13 *mm* tief, so dafs beim Zusammenlegen eine Winkelfuge, vorn 6 *mm* breit, entsteht. Die Bohlen reichen immer von Mitte zu Mitte der Bundbalken und werden, wenn der Belag fertig gelegt ist, an den Enden auf diesen und auch auf den Zwischenbalken mit zwei und je einem Holznagel befestigt. Die beiden letzten Bohlen werden etwas keilförmig zugeschnitten und zum Schlufs fest eingetrieben, wodurch sich der ganze Bohlenbelag fest zusammenschiebt. Damit er dabei nicht nach oben herausspringt, werden über dem Belag einige Bauhölzer eingespannt. Damit die Nagelung gut hält, werden die Nagellöcher abwechselnd schräg eingebohrt. Für die Holznägel wählt man Aspenholz (Pappel). Ist der Bohlenbelag befestigt, auch an den Seitenwänden in ähnlicher Weise angebracht wie auf dem Boden, so werden die Fugen kalfatert, d. h. mit Wergschnüren gedichtet, die vorher durch eine Mischung von heifsem Pech und Theer gezogen worden sind. Auf 100 *m* Dichtewergschnüre gebraucht man $2^1/_2$ *kg* Schiffspech und $3^1/_6$ *kg* Theer. Auf eine Bundlänge = 4,237 *m* (13,5 *pr. Fs.*) werden $^1/_3$ *kg* Dichtewergschnur verbraucht. Die Fugen an den Kopfenden der Bohlen werden mit Holzkeilen gedichtet. Zum Schlufs werden alle Fugen und Bohlen mit heifsem, dünnflüssigem Pech übergossen und dieses mit heifsen, an Stielen befestigten Bügeleisen ausgebreitet und eingebrannt.

Vor dem Einbringen des Bohlenbelags hatte man bereits die hohlen Räume zwischen und unter den Grundschwellen und Balken mit Thon, der mit Soole getränkt worden ist, gut ausgeschlagen. Sobald auch die Seitenwände fertig sind, werden diese ebenfalls von aufsen mit dem mit Soole angemengten Lehmbrei 20 bis 25 *cm* stark beschlagen und dann der ganze Zwischenraum zwischen Reservoir und Grube mit Erde

Digitized by Google

zugeworfen, die bis nahe an den oberen Rand des Reservoirs aufgeböscht wird. In die Mitte des dachförmigen Verdecks kommt die Soolkandel *w* zu liegen, die mit Tröpfelhähnen versehen ist, damit das Verdeck mit Soole feucht gehalten werden kann und besser dicht bleibt.

Die Tröpfelsoole sammelt sich vor den Bordschwellen *s* und wird durch Zapfenlöcher *x* und Gufsbretter *z* in die Reservoire geleitet, andere Zapfenlöcher und nach aufsen gerichtete Gufsbretter *y* führen das Regenwasser, wenn die entsprechenden Spunde gezogen werden, nach aufsen, wo ein Graben die abfliefsenden Wasser wegführt.

Solche Reservoire stehen 100 Jahre und länger und haben nur Ausbesserungen an der oberen Bedachung und Kandelleitung nötig gehabt.

Die Berieselung der Verdecke mit Soole benutzt man als Dachgradirung.

In Dürrenberg hat man Erdreservoire bis zu 43 Bunden, etwa 183 *m* Länge. Das gröfste unter dem Gradirwerke faist 7050 *cbm* Soole.

Gemauerte Erdreservoire sind nur da anwendbar, wo undurchlässiger, thoniger Boden vorhanden ist, dagegen ist hydraulischer Kalk zu Erdreservoiren sogar für heifse Soole gut verwendbar [1]).

Die aus einer Masse hergestellten Betonreservoire erfordern sehr gutes Material und sorgfältige Ausführung, auch gleichmäfsig festen Untergrund, wenn sie nicht rissig und undicht werden sollen. Ein in Dürrenberg im Jahre 1884 erbautes Betonreservoir ist 13,7 *m* breit, 91 *m* lang und 3,5 *m* tief und hat drei mit Öffnungen versehene Scheidewände, durch die Ankerzugstangen gelegt sind. Es faist 4100 *cbm* Soole. Es ist mit hölzernem Verdeck zur Dachgradirung versehen. Zu $^2/_3$ steht es in der Erde, an dem über der Erde stehenden Drittel ist die Erde angeböscht, damit die Wandungen nicht den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind und rissig werden. Der Reservoirbau kostet rund 30000 *Mk.* ohne Verdeck, mit Verdeck von 1450 *qm* Fläche für Dachgradirung 45000 *Mk.*

In Salzungen und Erfurt sind ebenfalls solche Reservoire ausgeführt worden.

Freistehende Reservoire aus Holz werden ähnlich zusammengesetzt wie die Erdreservoire, sind aber meist kleiner, da das Holz mehr der Zerstörung ausgesetzt ist. Sie werden besonders dann undicht, wenn sie nicht immer mit Soole gefüllt gehalten werden, so dafs das Holz trocken wird. Sie ruhen auf Steinsockeln und Langschwellen. Statt eines schrägen Daches giebt man ihnen häufig ein flaches Bassin als Verdeck, das mit Soole bedeckt gehalten wird. Der sich aus der Soole niederschlagende Schlamm dichtet das Verdeck ab. Die auf den Gradirwerken aufgestellten Soolbassins sind sehr schmal, erstrecken sich aber über bedeutende Längen der Gradirhäuser. Die Bohlen werden von

[1]) *P. J.* 1867, 185, 244 (*Posch*).

Digitized by Google

Holzgevierten gehalten, bei denen man die untere Schwelle, die beiden Säulen an den Seiten und die Riegel oder Zangen über den Bassins unterscheidet.

Neuerdings hat man kleinere, freistehende Behälter aus zusammengenieteten eisernen Platten gebaut. Sie haben dann eine cylindrische Form, ruhen auf Steinsockeln und sind entweder mit Holz verkleidet oder erhalten nur einen Mennige- und Eisenfarbenanstrich, der jedoch alle Jahr erneuert werden mufs (Bernburg).

In Georgenhall bei Hannover hat man Soolbehälter in der Form grofser Holzbottiche mit 400 *cbm* Fassungsraum gebaut. Sie bestehen aus 8 *cm* starken Tannenbohlen, die daubenartig an einander gesetzt sind und durch 12 starke Eisenringe zusammengehalten werden. Mit Schrauben versehene Schnallen an den Eisenbändern ermöglichen ein festes Zusammenziehen und Aneinanderpressen der Dauben. Der 8 *cm* starke Holzboden ruht auf Lagerhölzern, die von Steinpfeilern getragen werden. Die Bottiche haben unten 10 *m* Durchmesser und sind 5 *m* hoch, verjüngen sich konisch nach oben und sind mit einem Kegeldache überdeckt. Solch ein Bottich kostet 5000 bis 6000 *Mk.* Für 1 *cbm* Soole kostet das Reservoir also 13 bis 15 *Mk.*, dagegen ist bei gröfseren Betonreservoiren für 1 *cbm* Fassungsraum 11 *Mk.* zu rechnen.

Alle dergleichen freistehende Behälter können nicht solche Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit besitzen, wie die Erdreservoire, die freilich in der ersten Anlage etwas teurer sind. Man wird aber überall da von kleineren, freistehenden Behältern Gebrauch machen, wo man sonst die Soole auf künstliche Weise aus dem Reservoire zur weiteren Verwendung heben müfste und wo es nicht darauf ankommt, grofse Soolvorräte anzusammeln, wie es auf den mit Gradirwerken betriebenen Salinen erforderlich ist, die den Wintervorrat zum gröfsten Teil im Sommer ansammeln und dann in frostfreien Behältern aufbewahren müssen. Wo man aus Bohrlöchern, Soolbergwerken und Sinkwerken jederzeit gesättigte Soole erhalten kann, da genügt ein Vorrat für mehrere Tage und dem entsprechend die Anlage weniger kleiner Behälter, und man kann die Kosten für grofse Sammelbassins über Tage sparen.

In den Soolbehältern setzt sich beim ruhigen Stehen der Soole Schlamm, bestehend aus Eisenoxydhydrat, auch Eisenoxydsilikat mit etwas Kalk und Talkerde ab. Sie müssen deshalb von Zeit zu Zeit gereinigt werden, damit das Salz keine gelbe Färbung bekommt.

Aus den Reservoiren fliefst die Soole zu weiterer Verwendung durch freien Fall ab, aus Erdreservoiren mufs sie je nach deren Lage mitunter mit Pumpen auf ein höheres Niveau gehoben werden. Die Abflufsröhre mit Ventilzapfen legt man einige Centimeter über den Boden des Behälters und umgiebt sie an der Einmündungsstelle mit einem Siebkasten, damit keine Unreinigkeiten, Holzspäne oder dergleichen in die Röhren eindringen und sie verstopfen.

Digitized by Google

Der Frost kann nachteilig auf die Beschaffenheit der Soole wirken, weniger bei kontinuirlichem Zu- und Abfluſs der Soole, als wenn der Zufluſs der Soole längere Zeit unterbrochen wird. Es setzt sich ein Teil der Salze in der Soole um, wodurch die Soggefähigkeit beeinträchtigt, eine gute körnige Ausscheidung des Salzes beim Versieden gehindert wird. In dieser Beziehung bieten die bedeckten Erdreservoire besseren Schutz, als freistehende Soolbehälter.

Bei längerem Ablagern der Soole in Holz- oder Cementreservoiren wird dadurch eine Reinigung herbeigeführt, daſs sich von fremden Salzen (Nebensalzen) besonders Gyps, der sich in Krusten an den Wandungen absetzt, Glaubersalz und Glauberit ($Na_2SO_4 + CaSO_4$) besonders bei Kälte ausscheiden.

In den als Soolreservoire dienenden Einlaſswerken beim Sinkwerksbetriebe setzt sich bei langem Abstehen Chlornatrium mit anderen Salzen um. Weniger hat darauf die Verdunstung des Wassers, als die Dauer der Einwirkung und die Temperatur Einfluſs. Durch Zerlegung, Wechselwirkung und Bildung neuer Salze ändert sich das Lösungsverhältnis der Bestandteile der Soolen und damit deren Gehalt. Auf die Reinheit der Soole läſst das spezifische Gewicht der gesättigten Soole schlieſsen, da dieses meist höher ist, wenn mehr fremde Salze in Lösung sind (s. S. 516).

c) Soolmessung (Kubicirung, österr.: Cimentirung). Um einen regelrechten wirtschaftlichen Salinenbetrieb führen zu können, werden sowohl die rohe Soole, als auch die flüssigen Zwischenprodukte (Mittelsoolen), die Siedesoole und die Abgänge gemessen[1]).

Die Bestimmung der Soolmenge geschieht:

1. durch Hubzähler,
2. durch Meſsgefäſse,
3. durch Berechnung der Ausfluſsmenge aus bestimmten Öffnungen.

1. Hubzähler stehen mit den Pumpen oder Wasserrädern oder den sonst benutzten Betriebsmaschinen in Verbindung. Bei den gewöhnlichen, früher beschriebenen Schachthubpumpen bestimmt man den Durchmesser des Pumpenstiefels und die Hubhöhe des Kolbens. Das Produkt aus beiden Zahlen wird vermindert um das Verhältnis des Nutzverlustes, der bei gut geliderten Pumpen 2 bis 4 *Pct.*, bei länger in Gebrauch stehenden Liderungen und Ventilen 14 bis 15 *Pct.*, aber auch bedeutend mehr betragen kann, bei gut gehaltenen Pumpen mit niedriger Ausgufsröhre durchschnittlich zu 10 *Pct.* anzunehmen ist. $^9/_{10}$ des Produktes aus der Gröſse des Pumpenstiefelquerschnittes und

[1]) Schwimmender Hebetrog, *Ö. Z.* 1860, **8**, Nr. 3; 1867, **15**, Nr. 43. Druckmaſsstab für den *Stapfe*schen Meſstrog beim Haller Salzbergwerke, *Ö. Z.* 1872, **20**, Nr. 41. *Leob. Jahrb.* 1875, **23**, 278 (*Aigner*). *P. J.* 1883, **250**, 366.

Digitized by Google

des Kolbenhubes multiplicirt mit der Hubzahl giebt annähernd die gelieferte Soolmenge. Diese Berechnung bestimmt die Menge sehr ungenau, da die Wirkung der Pumpen sehr wechselnd sein kann und zur Voraussetzung hat, dafs stets genügend Soole zum Ansaugen vorhanden ist, dafs die Saugröhren völlig dicht sind, so dafs keine Luft mit angesogen wird. Angesogene Luft vermindert aber den Wirkungsgrad der Pumpen bedeutend.

2. **Mefsgefäfse.** Aus dem Rauminhalte der Soolbehälter und Siedepfannen berechnet man die Menge der Soole in der Weise, dafs man mit einer Mefslatte, die mit Einteilung versehen ist, den Soolstand mifst. In bedeckten Erdreservoiren können Schwimmer den Soolstand anzeigen, sonst läfst man die Mefslatte von oben hinein und beobachtet an der Feuchtigkeit, wie weit der Soolspiegel über dem Boden steht. Über die in den einzelnen Behältern auf 1 *cm* Soolstand kommende Soolmenge hat man ein Verzeichnis angelegt, aus dem man schnell die Soolmenge bei bestimmter Standhöhe ermitteln kann.

Bei gleichzeitigem Zu- und Abfluſs wendet man zur Bestimmung der zufliefsenden Menge **Mefskasten** an, die einen bestimmten Inhalt haben. An einer Mafseinteilung im Kasten oder neben einer aufsen angebrachten kommunicirenden Röhre kann man die nach der Füllung abgeflossene Menge ablesen. Besser ist es, wenn der Mefskasten zwei gleich grofse Abteilungen hat, die sich abwechselnd füllen und leeren. Die Soole wird in dem Augenblicke durch ein Zapfloch entleert, wo die eine Abteilung gefüllt ist und die Soole der anderen Abteilung zugeführt wird. Zu- und Abfluſs müssen leicht und durch Ventile zu stellen sein. Diese Methode ist ziemlich genau. Der Doppelkasten läfst sich über der Pfanne aufstellen. Durch ein Gerinne werden die Abteilungen abwechselnd gefüllt und entleert.

Um beim Messen gröfserer, ununterbrochen fliefsender Soolmengen das Umstellen mit der Hand entbehrlich zu machen, hat man Vorrichtungen getroffen, bei denen sich die Zapfen oder die Ventile selbstthätig öffnen und schliefsen. Dies geschieht durch Schwimmer, die bei höchstem Soolstande die Ventile oder Hähne öffnen, oder durch die Einrichtung von Kippgefäfsen, die bei bestimmter Stellung durch Übergewicht umkippen.

Die Umsteuerung mufs möglichst schnell geschehen. Dies wird durch rollende Kugeln, Auslösung von Fallgewichten, Hebelgewichten und dergleichen bewirkt. Bei der *Baader*schen Kubicirungseinrichtung (Hydrometer) befinden sich in den beiden feststehenden Mefskasten kupferne Schwimmer, die beim Aufsteigen einen mit beweglicher Kugel versehenen zweiarmigen Hebel so weit anheben, dafs die Kugel an das andere Ende des Hebels läuft. Durch diese plötzliche Belastung zieht der Hebel mittels eines anderen Hebelwerkes und Zugstange das Bodenventil des gefüllten Kastens schnell auf und schliefst das Ventil des anderen, mittlerweile leer gelaufenen Kastens. Mit demselben Hebel

Digitized by Google

steht auch ein Kippgefäfs in Verbindung, das beim Umsteuern des Hebels durch die rollende Kugel entweder nach rechts oder nach links umkippt und jedesmal die Soole, die in das Kippgefäfs geleitet wird, in dasjenige Gerinne ausgiefst, das zu dem anzufüllenden Mefskasten führt.

Der Hebel setzt aufserdem zum Zählen der einzelnen Füllungen ein Zeigerwerk in Bewegung. Bei der *Rollmann*schen Einrichtung werden zwei an einem Balancier aufgehängte kleine, mit Bodenventil versehene Gefäfse durch Überfälle aus den feststehenden Mefskasten

Fig. 131.

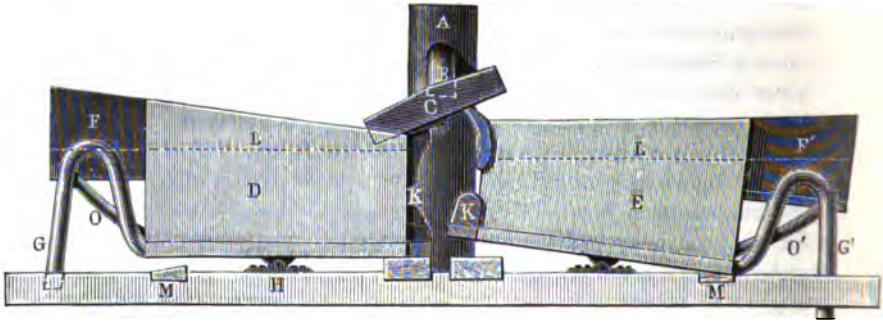
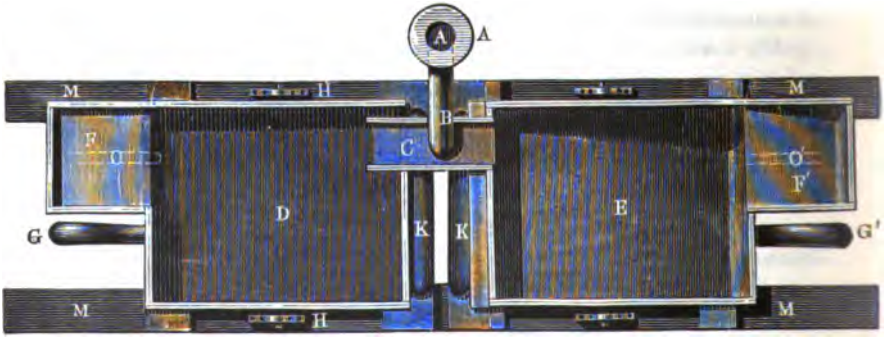


Fig. 132.



gefüllt und senken sich bei abwechselnder Füllung auf einen Hebel, der das Bodenventil des gefüllten Kastens und des Gefäfses öffnet und so lange geöffnet hält, bis sich das Hängegefäfs des anderen Kastens füllt und den Balancier in Bewegung bringt, dadurch den Ventilhebel entlastet, der durch ein kleines Gegengewicht das Ventil schliefst, bevor die Füllung des inzwischen entleerten Kastens beginnt. Die Umsteuerung des Zuflusses geschieht durch den Balancier.

Vorrichtungen mit Ventil- oder Hahnausflufs haben den Fehler, dafs die Hähne oder Ventile nicht zuverlässig bleiben, sondern undicht werden, weil sich Kalk und Gyps ansetzt.

Digitized by Google

Diesen Übelstand vermeidet folgende Einrichtung[1]) (Fig. 131 u. 132). Die Kasten *D* und *E* sind jeder 785 *mm* lang, 628 *mm* breit und in der Mitte 418 *mm* hoch. Bis zu einer bestimmten Linie *L* faſst jeder 154,5 *Liter*. Die Kasten sind annähernd im Gleichgewichte jeder auf einer Achse *H* drehbar, die auf dem Unterbau *MM* ruht. Jeder Kasten hat oben einen Ansatzkasten *F* und *F'* von 0,0985 *qm* Fläche, dessen Boden 235 *mm* höher liegt, als der Boden des Hauptkastens. *G* und *G'* sind kupferne Heber von 52 *mm* Weite, die dicht am Boden in die Seitenwand eingelassen sind und die Soole aus dem Kasten abfliefsen lassen, wenn der Soolstand die Linie *L* überschreiten will. Die Krümmungen des Hebers unten und oben sind etwas zusammengedrückt. Durch Eisenstücke *K* sind die Kasten an der entgegengesetzten Seite mäfsig beschwert.

Die zu messende Soole tritt aus der Steigröhre *A* durch eine kupferne, am Ende vertikal nach unten gebogene Röhre *B* in eine auf einer festen Achse bewegliche Ausgufsrinne *C* und aus dieser in den Kasten *D*. Sie füllt den Kasten bis zur Linie *L* an und tritt dabei auch in den Ansatzkasten *F*. Dadurch erhält der Kasten *D* das Übergewicht nach vorn und kommt in die geneigte Lage, in der sich der Kasten *E* in der Figur befindet. Der Heber *G* läfst nun die Soole nach dem Kippen, da die obere Krümmung unter den Soolspiegel untertaucht, abfliefsen und entleert den Kasten bis auf eine geringe, aber bestimmte, sich gleich bleibende Soolmenge. Dann erhält die hinten beschwerte Seite des Kastens das Übergewicht und der Kasten kippt wieder in die horizontale Lage zurück. Bei dem Kippen der Kasten wird die Ausgufsrinne durch den Kastenrand ebenfalls so gekippt, dafs sie in den anderen, bereits leer gelaufenen Kasten eingiefst. Damit keine Soole in den Ansatzkasten zurückbleibt, sind Verbindungsröhren *O O'* angebracht, die zum Hauptkasten führen. Ein Hubzähler, der leicht am Kasten oder an der Rinne anzubringen ist, wird für jeden Hub 0,232 *cbm* ergeben. Um eine Soolmenge von 0,278 *cbm* in der Minute zu messen, genügt eine Heberweite von $4^3/_4$ *cm*.

Bei der Bestimmung der Füllungslinie *L* mufs die durch einen Versuch ermittelte Menge der zurückbleibenden Soole in Rechnung gebracht werden. Der Kasten wird durch die Gewichte so abbalancirt, dafs er in dem Augenblicke kippt, wo die Soole bis an die Füllungslinie *L* gestiegen ist, so dafs die Soole durch Kippen der Ausgufsrinne *B* dann in den anderen inzwischen entleerten Kasten fliefst.

Eine weitere Verbesserung und Vereinfachung dieser Mefsgefäfse zeigen die bei österreichischen Salinen eingeführten Kippgefäfse[2]). Bei den alpinen Salinen dient in der Regel der *Schwind*sche Mefstrog

[1]) Neuere Kubicirvorrichtungen in *Pr. Z.* 1865, **13**, 211. *Aigner*, Das Wassermafs, 1861.

[2]) *Ö. Z.* 1879, **27**, 46. *P. J.* 1883, **250**, 367.

Digitized by Google

und die Messung in grofsen, kubicirten Gefäfsen, die Stubenmessung, zur Bestimmung der Soolmenge. Der Mefstrog beruht auf der Messung der Druckhöhe, unter der die Soole bei Annahme eines bestimmten Querschnittes ausfliefst. Diese Einrichtung erfordert entweder einen stets gleichbleibenden Soolendurchflufs oder eine beständige Beobachtung der veränderten Druckhöhen. Beide Voraussetzungen lassen sich beim Siedeprocesse für die Zumessung der zu versiedenden Soole nicht erfüllen. Die Stubenmessung ist zwar sehr genau, erfordert aber eine Druckhöhe gleich der Stubenhöhe und viel Raum, da man zwei Behälter von grofsem Fassungsraume braucht, um sie nicht zu oft füllen und entleeren zu müssen. Das verbesserte Kippgefäfs ist in der Fig. 133 veranschaulicht. Der Schwerpunkt ist durch ein gröfseres Gewicht *a* verstellbar gemacht und kann durch Auflegen von Messingplättchen genau abtarirt werden, so dafs das Gefäfs bei bestimmter gewünschter Füllung kippt. Damit die Last des Gewichtes ausgeglichen wird, ist der Winkel, den der Soolspiegel mit dem Boden des Gefäfses bildet, sehr spitz genommen. Dies hat zugleich den Vorteil, dafs der Ausschlagwinkel sehr gering ist, so dafs das Gefäfs nicht so fest wie bei der früheren Einrichtung auf die Unterlage aufschlägt.

Fig. 133.

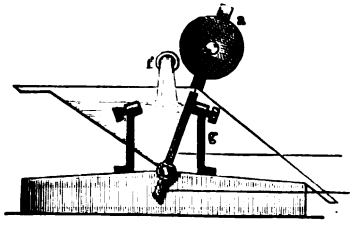
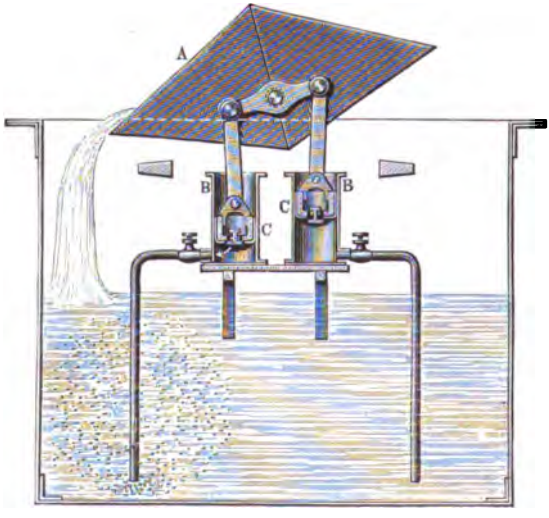


Fig. 134.



Bei der Ausmessung des Apparates mifst man zunächst die durchfliefsende Soolmenge unmittelbar und stellt, je nachdem das Ergebnis zu hoch oder zu gering ausfällt, das Gewicht *a* etwas höher oder niedriger.

Jede Abteilung des Doppelgefäfses fafst 5 *hl*, ein mit dem Gefäfse durch Zugstangen *g* verbundener Hubzähler zeigt jede zweite Kippung an. Man braucht also nur die vom Hubzähler angezeigte Zahl durch 10 zu teilen, um die durchgeflossene Soole in Hektoliter angegeben zu erhalten.

Auch die in Fig. 134 gezeichnete neuere Einrichtung für Kipp-

Digitized by Google

gefäſse (*D. R.-P.* Kl. 85, Nr. 79163 vom 21. Juni 1894, *A. Reinecken* in Düsseldorf)[1]) wird für Salinen anwendbar sein. Das harte Aufschlagen des Kippgefäſses *A* wird dadurch verhütet, daſs die beiden mit Ventil versehenen Kolben *C C* in den offenen Cylindern *B B* Luft in die Flüssigkeit einzupressen haben. Das Luftpolster wird einen sanften Aufschlag herbeiführen, ohne daſs die erforderliche Schnelligkeit in der Umstellung bei Beginn des Kolbendruckes beeinträchtigt wird.

Bei Soolen, die Eisenoxyd absondern, wird die eingepreſste Luft diese Absonderung befördern und dadurch zur Reinigung der Soole beitragen.

3. Berechnung der Ausflufsmengen aus Öffnungen. Nach den aus den Lehren der Physik und Mechanik bekannten Gesetzen läſst sich die Flüssigkeitsmenge, die aus Öffnungen, und zwar geschlossenen Wandöffnungen, Röhren oder Schlitzen in der Zeiteinheit ausfliefst, ermitteln. Diese Mengen sind für bestimmte Querschnitte und Druckhöhen dieselben und wechseln mit der Druckhöhe und mit der Veränderung des Querschnittes.

Die Flüssigkeitsmenge Q, die aus einer seitlichen, unter dem Wasserspiegel liegenden Öffnung eines Gefäſses ausfliefst, ist $Q = \mu F \sqrt{2gh}$, wobei F den Querschnitt der Öffnung, h die Druckhöhe, g die Acceleration beim freien Fall $= 9{,}808\,m$ und μ den Ausflufskoëfficienten bezeichnet, der sich als Produkt aus den Koëfficienten für die Zusammenziehung des Flüssigkeitsstrahles und der Bewegungsverminderung zusammensetzt. Bei kurzen horizontalen Ansatzröhren, die an die Ausflufsöffnungen angesetzt sind und mindestens drei- bis viermal so lang sind, als die Öffnung breit ist, findet keine Zusammenziehung des Wasserstrahles, sondern nur eine Bewegungsverminderung statt. Der Ausflufskoëfficient μ ist dann durch Versuche zu 0,815 ermittelt worden, während bei runden Öffnungen ohne Ansatzröhren μ zu 0,615 gefunden worden ist. Es läuft also aus kurzen Ansatzröhren 1,325 mal so viel Flüssigkeit aus, als aus Öffnungen ohne Ansatzröhren. Übrigens ist bei gleichem Verhältnis der Röhrenlänge zur Weite μ bei engeren Röhren etwas gröſser als bei weiten Röhren.

In Österreich und Bayern benutzt man vielfach den Ausfluſs aus kurzen Röhren oder Wandöffnungen zur Ermittelung der Soolmenge, und auch zur Ermittelung der Wassermengen für die Sinkwerke. Den Soolspiegel in den Kasten hält man in bestimmter Höhe, die derjenigen entspricht, bei der die Ausflufsmenge aus Öffnungen mit bestimmtem Querschnitte ermittelt ist. Man regelt den Zufluſs durch stärkere oder schwächere Hähne, die in der Soolleitung angebracht sind, und sorgt dadurch für Innehaltung der bestimmten Druckhöhe im Kasten. Soll

[1]) *Gf.* 1895, **31**, 237.

Digitized by Google

mehr Soole durch den Meſskasten gehen, so wird der Zufluſs verstärkt und die eine oder andere Röhre oder Öffnung, die bisher geschlossen gehalten wurde, geöffnet. Die Ausschnitte in den Wandungen (Röhrl) haben Kupferfutter. Wenn die Soole zu Ansätzen neigt, so verengen sich die Querschnitte der Ausfluſsöffnungen und die Berechnung wird ungenau. Die Röhrl müssen deshalb stets sauber gehalten werden.

Für den Ausfluſs aus einer 3 *cm* weiten Öffnung giebt *Aigner* die Flüssigkeitsmengen bei verschiedenen Druckhöhen wie folgt an:

Druckhöhe in *cm*	Hektoliter in der Stunde	Druckhöhe in *cm*	Hektoliter in der Stunde
0	0,0	6,68	17
0,6	0,5	7,32	18
1,03	1,0	8,00	19
1,59	2	8,72	20
1,92	3	9,51	21
2,17	4	10,30	22
2,37	5	11,20	23
2,53	6	12,18	24
2,72	7	13,22	25
2,90	8	14,28	26
3,10	9	15,44	27
3,38	10	16,64	28
3,69	11	17,86	29
4,04	12	19,10	30
4,46	13	20,42	31
4,93	14	21,78	32
5,46	15	23,27	33
6,04	16		

Bei der *Eytelwein*schen Kubicirungsanstalt (zu Schönebeck, Dürrenberg, Sooden) fliefst die Soole aus einem seitlichen, bis über den Soolspiegel reichenden Schlitz des Kastens aus. Die Ausfluſsmenge berechnet sich nach den für Überfälle geltenden Zahlen und ist $Q = {}^2/_3 \mu\, b h \sqrt{2gh}$, wobei b die Breite des Spaltes, h die Höhe des Soolspiegels über der Unterkante des Spaltes und μ der Ausfluſskoëfficient ist. ${}^2/_3\,\mu$ ist dabei etwa 0,42 bei geringer Höhe von 15 *cm*, nimmt mit wachsender Höhe ab und ist bei 60 *cm* nur noch zu 0,40 anzunehmen. Diese Einrichtung erfordert, um die Flüssigkeitsmenge genau anzuzeigen, einen ziemlich gleichmäfsigen Zufluſs, so daſs sich die Druckhöhen im Kasten in bestimmten Zeitabschnitten nicht wesentlich verändern. Um Veränderungen der Zufluſsmenge zu berücksichtigen, macht man in gleichmäfsigen Zeitabschnitten Beobachtungen, z. B. von Stunde zu Stunde, vermerkt nach der beobachteten Druckhöhe die Ausfluſsmenge und berechnet danach die Ausfluſsmenge für den ganzen Zeitraum, den Tag, den Monat, das Jahr. Der Soolstand wird an einer äuſseren, mit dem Kasten kommunicirenden Glasröhre abgelesen. Es befindet sich hinter ihr auf einer Messingplatte eine Skala,

Digitized by Google

auf der die für die einzelnen Höhenstände sich ergebenden Ausflufsmengen angegeben sind. Damit sich die Weite des Spaltes nicht verändert, erhält der Kasten einen weiteren Ausschnitt, auf den eine Messingplatte befestigt wird, in diese Platte wird der Ausflufsspalt eingeschnitten. Der Ausflufsspalt ist z. B. (Dürrenberg) 111 *mm* breit und 35 *cm* hoch, die Unterkante liegt 4 *cm* über dem Kastenboden. Die Ausflufsmengen sind dann bei verschiedenen Druckhöhen h an Hektoliter Soole in der Minute:

h = 30 *mm*	0,5 *hl*	h = 157 *mm*	7,5 *hl*	h = 243 *mm*	14,5 *hl*
44 „	1 „	164 „	8 „	248 „	15 „
57 „	1,5 „	171 „	8,5 „	253 „	15,5 „
69 „	2 „	178 „	9 „	258 „	16 „
79 „	2,5 „	185 „	9,5 „	263 „	16,5 „
89 „	3 „	192 „	10 „	268 „	17 „
97 „	3,5 „	198 „	10,5 „	273 „	17,5 „
105 „	4 „	204 „	11 „	278 „	18 „
113 „	4,5 „	210 „	11,5 „	293 „	18,5 „
121 „	5 „	216 „	12 „	298 „	19 „
129 „	5,5 „	222 „	12,5 „	303 „	19,5 „
136 „	6 „	228 „	13 „	308 „	20 „
143 „	6,5 „	233 „	13,5 „		
150 „	7 „	238 „	14 „		

Die Soole fällt sogleich in einen tieferen Kasten, aus dem sie in die Soolbehälter oder zur weiteren Verwendungsstelle fliefst.

Die Mefskasten, in denen die Öffnungen angebracht sind, werden durch eine nicht völlig bis zum Boden reichende Scheidewand, auch wohl durch mehrere Scheidewände geteilt. Die Soole fliefst zunächst in die nicht mit Öffnung versehene Abteilung und tritt unter der Scheidewand hindurch in die Abteilung mit Ausflufsöffnung, auch wohl zuvor über eine zweite Scheidewand hinweg. Es wird damit erreicht, dafs die Soole in der letzten Abteilung eine völlig ruhige Oberfläche hat, so dafs sich der Höhenstand gut ermitteln läfst, dafs keine den Ausflufs störende Strömungen im Kasten entstehen, und dafs Unreinigkeiten, Schaum, Holzsplitter und dergleichen hinter der Scheidewand zurückgehalten werden und sich nicht vor die Ausflufsöffnung legen.

d) Bestimmung des Salzgehaltes der Soolen. Wichtig für den Salinisten ist, den Gehalt der Soole an festen Salzen (Rohsalz) zu wissen, da sich nach diesem Gehalte der Salinenbetrieb und Salinenhaushalt richtet und verändert.

Die genaueste Ermittelung des Salzgehaltes wird nur durch eine chemische Analyse geschehen können, die für die unausgesetzt täglich erforderlichen Ermittelungen zu umständlich und kostspielig ist. Man bedient sich deshalb einfacherer Mittel, und zwar der Senkwagen (Aräometer, Soolspindel) und stellt mit ihnen das spezifische Gewicht fest. Nach berechneten Formeln oder aus den nach diesen Formeln angelegten Tabellen (s. S. 37 u. f.) ermittelt man dann den Salzgehalt nach Prozenten, Pfündigkeit oder Kilogrammigkeit. Das

Digitized by Google

spezifische Gewicht bezieht sich stets auf den Rohsalzgehalt der Soole, also auf den Gehalt an Kochsalz und Nebensalzen. Da das Verhältnis der Nebensalze zum Kochsalz in den Soolen sehr verschieden ist, so läßt sich aus dem spezifischen Gewichte nicht für alle Soolen in gleicher Weise der Kochsalzgehalt bestimmen, vielmehr wird für jede einzelne Soole durch Versuche festzustellen sein, welcher Kochsalzgehalt einem bestimmten spezifischen Gewichte entspricht. In der Regel begnügt man sich mit der Feststellung des Rohsalzgehaltes.

Nur selten wird man sich Kenntnis von dem Salzgehalt durch die umständliche Abdampfprobe verschaffen.

In einzelnen Ländern (z. B. in Frankreich) wird der Soolgehalt nach Graden *Beaumé* durch Soolspindeln mit entsprechender Gradeinteilung bestimmt. 0° entspricht dem reinen Wasser, 10° einer 10 *pzt.* Kochsalzlösung bei 14° *R.*, danach ist die Gradskala eingeteilt. Es entsprechen *Beaumé*grade folgenden spezifischen Gewichten:

Grad	Spezif. Gew.	Grad	Spezif. Gew.
0	1,0000	20	1,1578
1	1,0068	21	1,1670
2	1,0138	22	1,1763
3	1,0208	23	1,1858
4	1,0280	24	1,1955
5	1,0353	25	1,2053
6	1,0426	26	1,2153
7	1,0501	27	1,2254
8	1,0576	28	1,2357
9	1,0653	29	1,2462
10	1,0731	30	1,2569
11	1,0810	31	1,2677
12	1,0890	32	1,2788
13	1,0972	33	1,2901
14	1,1054	34	1,3015
15	1,1138	35	1,3131
16	1,1224	36	1,3250
17	1,1310	37	1,3370
18	1,1398	38	1,3494
19	1,1487		

Die *Beaumé*grade entsprechen also annähernd dem Prozentgehalte einer Soole an Kochsalz.

Da das Kochsalz in den gewöhnlichen Soolen vorwaltet, so übersieht man wohl die Veränderungen, die fremde Salze auf das spezifische Gewicht ausüben, oder man bestimmt den Rohsalzgehalt nach dem spezifischen Gewichte und berechnet daraus nach den Ermittelungen einer ein- für allemal vorgenommenen Analyse den wahren Salzgehalt.

Die zur Bestimmung des Salzgehaltes (Siedelot) auf den Salinen dienenden Vorrichtungen sind die Senkwagen (Aräometer, Soolspindeln, Soolwagen), und zwar wendet man entweder Gewichtsaräometer oder Skalenaräometer an.

Digitized by Google

1. Gewichtsaräometer[1]) oder Aräometer nach dem spezifischen Gewichte, mit denen man das spezifische Gewicht ermittelt. Prozentgehalt und Pfündigkeit werden dann aus Tabellen gefunden. Sie dienen zu sorgfältigen Ermittelungen durch geübte Personen, nicht zum gewöhnlichen Gebrauch für Arbeiter.

Fig. 135.

Es wird dabei das spezifische Gewicht des Wassers (hannöversche Salinen, Dürrenberg und andere) bei 15^0 *R.* $= 1$ angenommen, und die Tausendteile, um die die Soolenschwere die Schwere des Wassers übertrifft, werden Grade genannt. Diese Grade sind die Tausendteile des spezifischen Übergewichtes (S. 40). Sind m die Grade und ist S das spezifische Gewicht einer Soole für die Wasserschwere bei $+ 15^0$ *R.* $= 1$, so ist

$$S = 1 + \frac{m}{1000};$$

$$m = 1000\,S - 1000 = (S - 1)\,1000.$$

Die Gewichtsaräometer sind gewöhnlich aus Messing gefertigt und äufserlich vergoldet. Das bekannteste ist die *Schlönbach*sche Soolwage. Sie besteht in der jetzt üblichen Form aus einem kugelförmigen oder ellipsoidalen Schwimmkörper, der unten einen kugelförmigen Belastungskörper, oben einen Spindelhals mit Gradeinteilung trägt, der Spindelhals ist zur Aufnahme von Gewichtsstücken an der Spitze mit einer kleinen Platte d versehen (s. Fig. 135). Von den aufzulegenden Gewichten, die die Form einer durchbohrten runden Platte haben und auf den Spindelhals aufgesteckt werden, ist das schwerste $= 200^0$, etwa $^1/_5$ des ganzen Spindelgewichtes, das kleinste $= 1^0$. Nahe unter der Scheibe d liegt der Wasserpafs b, bis zu dem die unbeschwerte Spindel in destillirtem Wasser von 15^0 *R.* eintauchen mufs. Da durch Auflegen von Gradgewichten das Eintauchen bis zum Wasserpafs nicht immer genau erreicht wird, befindet sich an dem Spindelhalse eine Gradeinteilung von 10 Strichen, von denen jeder Strich $^1/_{10}{}^0$ angiebt. Der Inhalt des Spindelhalses mufs dann einem Tausendstel des ganzen Spindelinhaltes bis zum Wasserpafs entsprechen. Beim Eintauchen in die Soole läfst sich der Stand des Soolspiegels noch nach Hundertstel Graden annähernd abschätzen, so dafs man Hunderttausendteile noch schätzen kann.

Die Spindeln müssen aus sehr dünnem Messingblech gearbeitet sein, und zwar so, dafs sie bei voller Gewichtsbelastung nicht umschlagen. In die untere Belastungskugel wird, nachdem man den Hals bei c ab-

[1]) *Gerlach*, Vergleichung der Aräometerskala in *Fresen. Zeitschr.* 4, 1.

Digitized by Google

geschraubt und die Kugel geöffnet hat, so viel Bleischrot und Wachs oder Siegellack hinein gethan, dafs die Spindel, nachdem der Hals wieder aufgeschraubt worden ist, in destillirtem Wasser von 15° *R.* bis zum Wasserpafs eintaucht. Dann wird das Bleischrot in dem Wachs oder Siegellack über einer Spiritusflamme festgeschmolzen. Das Halsstück mufs wasserdicht aufgeschraubt werden. Die ganze Spindel wird dann gewogen und das gefundene Gewicht durch 1000 geteilt. Dieses Tausendstel giebt die Einheit für die Auflegegewichte. Es ist dann 0,001 des Spindelgewichtes = 1°. Nach diesem werden Auflegegewichte von 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2 und 1° in der Form flacher, runder Scheiben gefertigt. Das Wasser, das durch die bis zum Wasserpafs eintauchende Spindel verdrängt wird, wiegt ebenso viel, wie die ganze Spindel, und jedes in einer Soole aufgelegte Gradgewicht, das erforderlich ist, um die Spindel bis zum Wasserpafs eintauchen zu lassen, entspricht dem Mehrgewicht der Soole in Tausendstel, also 0,001 Übergewicht.

Zur Bestimmung der Länge eines Teilstriches am Spindelhalse beschwert man die Spindel in einer Soole von etwa 1,001 oder 1,002 spezifischem Gewichte mit den erforderlichen Gradgewichten und kleinen Bleigewichten so, dafs sie genau bis zum Wasserpafs eintaucht, nimmt dann ein Gradgewicht weg und bezeichnet die Stelle am Halse, bis zu der sie dann noch eintaucht, und teilt diesen Teil des Halses in 10 gleiche Teile. Erforderlich ist, dafs der Spindelhals in diesem Teile genau gleichmäfsig gearbeitet ist, so dafs die Teile zwischen den einzelnen Gradstrichen dasselbe Volumen und dasselbe Gewicht, gleich ein Zehntausendstel des ganzen Spindelgewichtes, haben. Der Spindelhals erhält gewöhnlich einen quadratischen Querschnitt, so dafs sich die Einteilung auf einer Seite gut anbringen läfst.

Der am Halse abzulesende Bruchteil eines Grades ist nach dem Volumengewichte der zur Probe verwendeten Soole ermittelt worden. Dieser unterscheidet sich von dem Wassergewichte nicht so merklich, dafs der Unterschied berücksichtigt werden müfste, wohl aber von dem Gewichte eines gleichen Volumens schwerer Soole. Man liest also an dem Halse in schwerer Soole zu wenig ab und nähert sich der richtigen Marke, wenn man die durch Ablesung gefundenen Hundertteile eines Grades mit dem durch die Auflegegewichte gefundenen spezifischen Gewichte multiplicirt. War zum Beispiel nach den Auflegegewichten das spezifische Gewicht der Soole = 1,160, hatte man also 160 Grade, und standen von dem Halse noch 50 Hundertelgrade über dem Soolspiegel hervor, so entsprechen diese 50 × 1,16 oder 58 Hundertelgraden für die Soole, und es ist das spezifische Gewicht 1,16058.

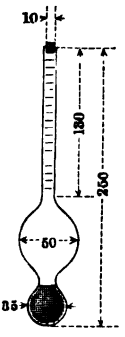
Damit die aus Metall gefertigten Soolspindeln nicht durch Rost eine Gewichtsveränderung erfahren, werden sie äufserlich vergoldet. Nach dem Gebrauche müssen sie sorgfältig getrocknet und sicher aufbewahrt werden, wozu ein mit passendem Lager versehener Kasten

Digitized by Google

dient. Jede Formveränderung, Einbeulung, würde das Ergebnis der Messung ungenau machen.

2. Skalenaräometer. Diese bestehen ebenfalls aus einem hohlen Schwimmkörper und einem mit Schrot in Wachs- oder Siegellackeingufs gefüllten Belastungskörper. Der Hals ist stärker als bei den Gewichtsaräometern und mit einer Skala versehen, auf der der Salzgehalt nach Prozenten, Grädigkeit, Pfündigkeit oder Kilogrammigkeit sofort oder nach besonderen Reduktionen abgelesen und verglichen werden kann. Je nachdem die Skala die eine oder andere Angabe macht, unterscheidet man Prozentaräometer, Grädigkeits-, Pfündigkeitsaräometer, und wenn die Kilogramme abzulesen sind, wird man von Kilogrammigkeitsaräometern sprechen.

Fig. 136.



Die Skalenaräometer beruhen auf dem Grundsatze, dafs sich die spezifischen Gewichte der Soolen bei gleichbleibendem Gewichte des Aräometers umgekehrt wie die Raumteile verhalten, die von der eintauchenden Spindel eingenommen werden. Bei der einfachsten Ausführung besteht die Spindel aus einem hohlen Glaskörper (Fig. 136). Durch Versuche beim Eintauchen in verschiedene Soolen mit bekanntem oder durch ein Gewichtsaräometer ermittelten Prozentgehalte bestimmt man die Skala, die auf einen Papierstreifen aufgetragen wird. Dieser wird in den hohlen Hals so weit hineingeschoben, dafs der obere und untere Teilstrich mit dem Soolspiegel der beiden Soolen von bekanntem schwächstem und stärkstem Gehalte abschneidet. Die Zwischenteilung geschieht dann ebenfalls durch Eintauchen der Spindel in Soolen von entsprechend wachsendem Prozentgehalte und Anmerken der Stelle, bis zu der die Spindel eintaucht. Ist der Papierstreifen dann mit Gradeinteilung versehen, wird er in dem Halse des Glaskörpers befestigt. Der Hals wird mit einem Stöpsel versehen und, um das Eindringen von Wasser zu verhüten, mit Siegellack geschlossen. Das Gewicht des zum Verschlufs verwendeten Materials mufs bei der Feststellung der Skala mit berücksichtigt worden sein.

Die Einteilung nach dem Prozentgehalte ist weniger zweckmäfsig, da die Soolen nicht gewogen, sondern gemessen werden, so dafs man aus dem Prozentgehalte nicht ohne weiteres die Salzmenge berechnen kann, die in einer gemessenen Soolmenge vorhanden ist. Dies ist ermöglicht, wenn die Einteilung auf Pfündigkeit oder Kilogrammigkeit lautet, wo die Menge Salz in Pfund oder Kilogramm, die in einem Kubikfufs oder einem Kubikmeter enthalten ist, sogleich abgelesen werden kann. Wenn das Pfündigkeitsaräometer nach reiner Kochsalzlösung angefertigt ist, so sind dessen Angaben nicht genau. Sie können aber nach dem auf den einzelnen Salinen bekannten Verhältnisse zwischen angezeigtem Salzgehalte und wirklichem Ausbringen berichtigt werden. Für das einzelne Werk ist die Ermittelung nach Pfündigkeit oder Kilogrammig-

Digitized by Google

keit am bequemsten. Die Spindeln können in jedem Augenblicke an jeder Stelle leicht benutzt werden. Dagegen sind beim Vergleiche zwischen verschiedenen Salinen, zumal bei verschiedenem Gewichtssysteme, umständliche Reduktionen erforderlich. Man wird dann neben der Pfündigkeit auch den Prozentgehalt anzugeben haben.

Bei Angabe der Pfündigkeit können die Teilstriche von Pfund zu Pfund fortschreitend mit Unterteilung angebracht werden, bei Angabe der Kilogrammigkeit sind die Teilstriche von 10 zu 10 *kg* mit Unterteilung von 5 *kg* aufgetragen, so dafs man annähernd auf 1 *kg* genau abschätzen kann. Um die Spindeln nicht zu grofs ausführen zu müssen, oder damit die Einteilung nicht zu klein wird, fertigt man für verschieden schwere Soolen verschiedene Soolspindeln an, z. B. für leichte Soolen bis 150 *kg*, für mittlere von 100 bis 250 *kg* und für schwere von 200 bis 350 *kg*.

Bei jeder Messung mufs die Temperatur der Soole bestimmt werden, was mittels eines besonderen in die Soole getauchten Thermometers geschieht. Das gefundene spezifische Gewicht mufs dann mit Hülfe der Reduktionstafeln auf das spezifische Gewicht bei normaler Temperatur, die der Berechnung der Sooltafeln zu Grunde gelegt war, zurückgeführt werden. Dasselbe mufs mit den Ablesungen auf den mit anderen Einteilungen versehenen Aräometern geschehen.

Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Soolen für die normale Temperatur nach dem mittels Aräometers bei einer anderen Temperatur gemessenen spezifischen Gewichte bedient man sich in Italien nach *G. Gran. Grillo*[1]) einer Reduktionstafel, die in Kurven die Veränderungen der spezifischen Gewichte bei verschiedenen Temperaturen für bestimmte Prozentgehalte angiebt. Diese Kurven verlaufen derart, dafs die Abscissen die Grade nach *Celsius* oder *Réaumur*, die Ordinaten, die spezifischen Gewichte nach der *Gerlach*schen Tafel angeben (die Dichtigkeit des Wassers bei 15° *C.* = 1 gesetzt). Der Mafsstab ist so gewählt, dafs jedes Millimeter einem Unterschiede in dem spezifischen Gewichte von 0,001 entspricht. Die Kurven geben den Salzgehalt nach Prozenten an. Auf der Reduktionstafel ist eine Linie der Siedetemperaturen für die verschiedenen spezifischen Gewichte gezogen. Die für 15° *C.* geltende Ordinate ist nach *Beaumé*graden eingeteilt.

Diese Kurventafeln ermöglichen eine schnelle Auffindung der *Beaumé*grade, der spezifischen Gewichte und Prozentgehalte für die bei beliebigen Temperaturen gemessenen Soolen.

Um das spezifische Gewicht oder die *Beaumé*grade unter gleichzeitiger Bestimmung der Temperatur zu ermitteln, dafür sind Thermoaräometer geeignet, das sind Skalenaräometer, die aus einem mit

[1]) *G. Granato Grillo*, Comacchio. Methoden zur genauen Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Salzsoolen. *Revista technica*, 1898.

Digitized by Google

eingeschlossenem Thermometer versehenen Glaskörper bestehen und aufser der Temperaturskala, für das Mafs der Eintauchung eine Einteilung nach *Beaumé* und für die spezifischen Gewichte, bezogen auf destillirtes Wasser von einer gewissen Normaltemperatur, z. B. 15° *C.*, haben. Mittels der Reduktionstafeln lassen sich leicht das spezifische Gewicht bei 15° *C.* und der Prozentgehalt finden.

In dem Salzkammergute und in Bayern benutzte man früher das *Modelhaupt*sche Aräometer, nach dessen Gradeinteilung man das spezifische Gewicht und die Pfündigkeit ermittelte. Die Einteilung dieses Aräometers gilt für 14° *R.* 13° *Modelhaupt* entsprechen 1,0058 *spf. Gew.*, 26,5° *Modelhaupt* entsprechen 1,2122 *spf. Gew.* Man nimmt die erforderlichen Reduktionen vor und bestimmt den Salzgehalt nach der *Karsten*schen Tabelle.

Auf den österreichischen alpinen Salinen[1]) hat man für den gewöhnlichen Gebrauch an Stelle der alten Soolspindeln mit 16° (in Hall), 18° (in Aussee), 27,5 *Pzt.* (in Hallein) seit 1855 überall Pfündigkeitsaräometer (von *Pecher* und *Schober* in Wien) eingeführt, die gleichmäfsig einen Gehalt von 18,639 Wiener Pfund Salz in einem österreichischen Kubikfufs angeben, das ist eine Dichte von 1,2078 bei einer Temperatur von 15° *R.* Es kommen jedoch auch gröfsere Dichtigkeiten als 1,2078 in Soolen österreichischer Salinen vor.

Diese Pfündigkeit entsprach folgenden spezifischen Gewichten:

Teilstriche des Aräometers nach Pfündigkeit	Entsprechendes spezifisches Gewicht	Teilstriche des Aräometers nach Pfündigkeit	Entsprechendes spezifisches Gewicht
0	1,0000	10	1,1169
1	1,0124	11	1,1279
2	1,0246	12	1,1388
3	1,0367	13	1,1494
4	1,0485	14	1,1601
5	1,0604	15	1,1705
6	1,0719	16	1,1809
7	1,0834	17	1,1912
8	1,0949	18	1,2013
9	1,1059	18,639	1,2078

Seit Mitte der 70er Jahre benutzt man Soolwagen, die den Salzgehalt im Hektoliter Soole in Kilogrammen bei 15° *R.* angeben. Man benutzt besondere Spindeln für leichtere und für schwerere Soolen. Je näher die Sättigung, um so genauer müssen die Spindeln die Angaben machen. Durch genaue Auswiegung der Salzmengen bei verschiedenen Stadien des Verlaugungsprozesses hat man den Salzgehalt der Soolen im Salzberge zu Aussee bei verschiedenen spezifischen Gewichten bestimmt.

[1]) *A. Aigner*, *Ö. Z.* 1897, **45**, 90.

Digitized by Google

Man erhielt dabei:

Dichte	Salzgehalt *kg* in 1 *hl*	Dichte	Salzgehalt *kg* in 1 *hl*
1,00000	0,000	1,15493	22,962
1,03119	4,495	1,18812	28,411
1,06386	9,004	1,20973	31,929
1,10116	14,688	1,22445	34,347
1,11883	17,873		

Nach diesen Werten vom Mechaniker *Kappeller* in Wien gefertigte Soolspindeln sind entweder Normalspindeln für genaue Bestimmungen oder Spindeln für den gewöhnlichen Gebrauch beim Sinkwerksbetriebe. Die Normalspindeln lassen bis zu $^1/_{100}$ *kg* Salzgehalt ablesen und gelten entweder für Soolen von 0 bis 18 *kg* oder von 18 bis 35 *kg* mit Teilstrich für den höchsten Sättigungsgrad bei 34,3 *kg*. Die Spindeln für den gewöhnlichen Gebrauch haben Teilstriche für ganze und halbe Kilogramme bis 34,3 *kg* Salzgehalt.

Fig. 137.

In den Vereinigten Staaten bedient man sich eines 100teiligen Aräometers (Salometer), dessen Nullpunkt dem spezifischen Gewichte des destillirten Wassers, dessen 100-Punkt dem einer konzentrirten Kochsalzlösung = 1,207 entspricht, wie folgende Tabelle zeigt:

0° = 1,000	*spf. Gew.*	60° = 1,115	*spf. Gew.*
10° = 1,017	„	70° = 1,136	„
20° = 1,035	„	80° = 1,159	„
30° = 1,054	„	90° = 1,182	„
40° = 1,074	„	100° = 1,207	„
50° = 1,094	„		

Da die Mindergrädigkeit der Soole von nur 0,1 *Pzt.* bei der Versiedung schon einen Brennstoffverlust von mehr als 0,5 *Pzt.* verursacht, wie *Balzberg*[1]) nachweist, so kommt es auf sehr genaue Ablesung am Aräometer an, um richtig beurteilen zu können, ob die Soole vollgrädig ist. Die Attraktion des Soolspiegels am Spindelhalse erschwert die richtige Ablesung. Man hat deshalb in Ischl ein Aräometer mit gläsernem Oberflächenschwimmer konstruirt (Fig. 137). Der mittlere, den Spindelhals eng umschliefsende Teil des Schwimmers ist an der Oberkante schräg abgeschliffen. Man kann auf diese Weise bequem ablesen und auf 0,01 *kg* im Hektoliter genau abschätzen.

Bei Soolen, die sehr verschiedengrädig sind, wird allerdings noch eine Reduktion vorgenommen werden müssen, da der Schwimmer in solchen Soolen verschieden tief eintaucht.

Um auch bei anderen als bei der Normaltemperatur von 18,75° *C.* (15° *R.*) ablesen zu können, ist eine Reduktionstafel berechnet worden, die im Auszuge folgende Vergleichszahlen giebt:

[1]) *Ö. Z.* 1883, **31**, 403. *P. J.* 1883, **250**, 365.

Digitized by Google

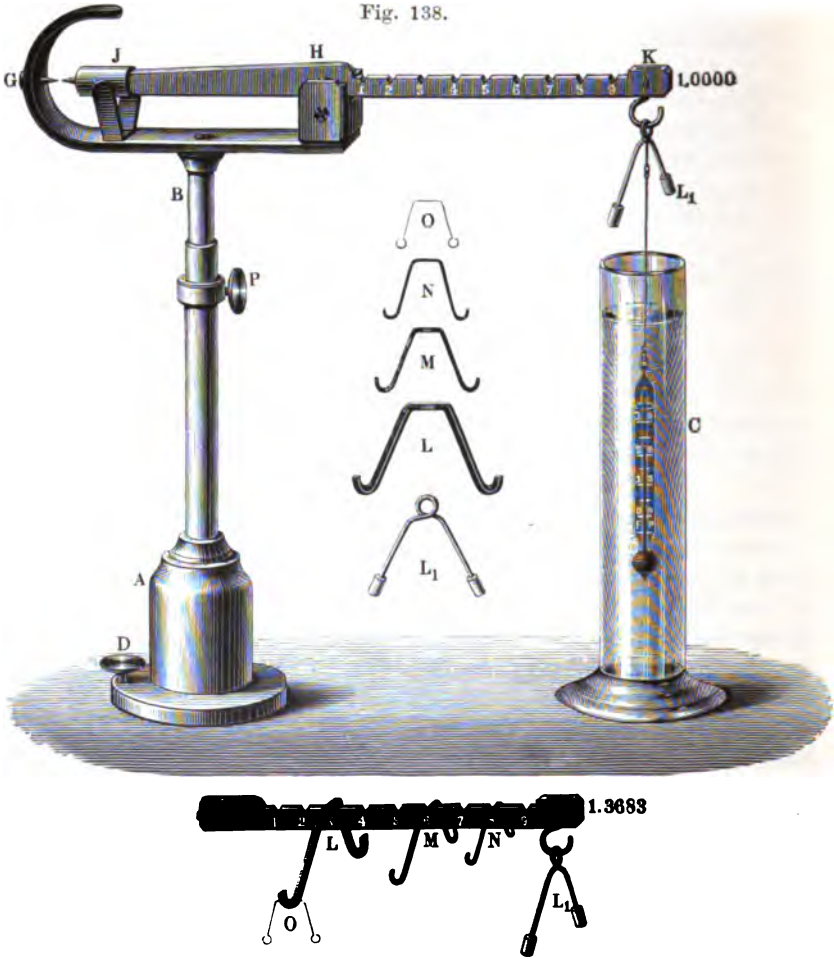
0°	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	18¾°	20°
30,44	30,30	30,16	30,01	29,86	29,70	29,55	29,39	29,22	29,06	29	28,90
30,64	30,50	30,36	30,21	30,06	29,90	29,75	29,59	29,42	29,26	29,2	29,10
30,84	30,70	30,56	30,41	30,26	30,10	29,95	29,79	29,62	29,46	29,4	29,30
31,04	30,90	30,76	30,61	30,46	30,30	30,15	29,99	29,82	29,66	29,6	29,50
31,24	31,10	30,96	30,81	30,66	30,50	30,35	30,19	30,02	29,86	29,8	29,70
31,45	31,30	31,16	31,01	30,86	30,70	30,55	30,39	30,22	30,06	30	29,90
31,65	31,51	31,36	31,21	31,06	30,90	30,75	30,59	30,42	30,26	30,2	30,10
31,85	31,71	31,56	31,41	31,26	31,10	30,95	30,79	30,62	30,46	30,4	30,30
32,05	31,91	31,76	31,61	31,46	31,30	31,15	30,99	30,82	30,66	30,6	30,50
32,26	32,11	31,97	31,82	31,67	31,51	31,35	31,19	31,03	30,86	30,8	30,70
32,46	32,31	32,17	32,02	31,87	31,71	31,55	31,39	31,23	31,06	31	30,90
32,66	32,51	32,37	32,22	32,07	31,91	31,75	31,59	31,43	31,26	31,2	31,10
32,86	32,72	32,57	32,42	32,27	32,11	31,95	31,79	31,63	31,46	31,4	31,29
33,06	32,92	32,77	32,62	32,47	32,31	32,15	31,99	31,83	31,66	31,6	31,49
33,27	33,12	32,97	32,82	32,67	32,51	32,35	32,19	32,03	31,86	31,8	31,69
33,47	33,32	33,17	33,02	32,87	32,71	32,55	32,39	32,23	32,06	32	31,89
33,67	33,52	33,37	33,22	33,07	32,91	32,75	32,59	32,43	32,26	32,2	32,09
33,87	33,72	33,57	33,42	33,27	33,11	32,95	32,79	32,63	32,46	32,4	32,29

Zur genaueren Bestimmung der spezifischen Gewichte dient die hydrostatische Wage, die in der Anordnung von *Mohr-Westphal* zweckmäfsig zu gebrauchen ist (Fig. 138, a. f. S.). Es ist dies eine nach Art der Schnellwagen eingerichtete Balkenwage, die auf einem Fufsgestell A verschiebbar ist und mittels Schraube P festgestellt wird. Mit dem kürzeren Arme HJ des Wagebalkens spielt sie bei Gleichgewicht mit der am Wagebalkengestell angebrachten Marke G ein. Der längere Arm HK des Wagebalkens dient zum Anhängen eines an einem feinen Platindraht befestigten Eintauchungskörpers C von Glas. Dieser ist etwa 45 *mm* lang und 5 *mm* stark und schliefst zur Ermittelung der Temperatur ein Thermometer ein. Der längere Arm HK ist durch Einkerbungen in 10 gleiche Teile eingeteilt. Die Wage steht im Gleichgewichte, wenn der Eintauchungskörper frei in der Luft hängt. Wird er in destillirtes Wasser von 15° *C.* eingetaucht, so ist zur Herstellung des Gleichgewichtes die Anhängung eines Gewichtes an den Endhaken des Balkenarmes HK erforderlich. Dieses Gewicht L_1 ist ebenso schwer, wie das Gewicht des vom Eintauchungskörper verdrängten Wassers. Nach diesem Gewichte werden vier Sorten Reitergewichte hergestellt, L, M, N, O, von denen L gleich dem Ausgleichungsgewichte L_1, $M = {}^1/_{10}\,L$, $N = {}^1/_{100}\,L$, $O = {}^1/_{1000}\,L$ ist. Taucht die Spindel in Soole ein, so werden zur Herstellung des Gleichgewichtes auf den Wagebalken, in die Einkerbungen, die Reitergewichte gesetzt. Es giebt dann L die Zehntel, M die Hundertstel, N die Tausendstel, O die

Digitized by Google

Zehntausendstel Übergewicht an. Liegt L in der Kerbung 3, M in der Kerbung 6, N in der Kerbung 8, und hängt O an L, so ist das spezifische Gewicht 1,3683, fällt eines der Gewichte aus, so ist an die Zahlenstelle 0 zu setzen. Mufs am Ende des Wagebalkens, am Aufhängearm noch ein Gewicht L_1 gehängt werden, so ist das spezifische Gewicht

Fig. 138.



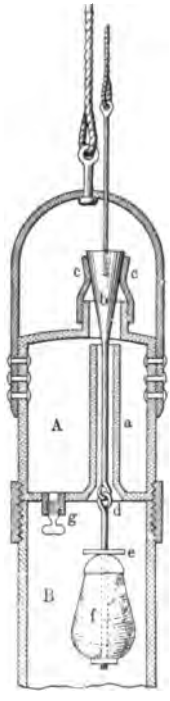
2, ... Ist zum Ausgleich erforderlich, den Reiter O zwischen zwei Einkerbungen zu setzen, so wird man danach die Hunderttausendstel spezifischen Gewichtes bestimmen können und man erhält eine fünfte Dezimalstelle.

Für die Zwecke des Salinenbetriebes wird man schon mit drei Reitergewichten auskommen und durch Aufsetzen des leichtesten Gewichtes zwischen die Einkerbungen Zehntausendstel abschätzen können.

Digitized by Google

e) Soolproben. Um Soolproben zur Bestimmung des Salzgehaltes aus Soolbehältern oder Schächten zu nehmen, bedient man sich einer Flasche aus Kupferblech, die einen Bügel hat, an der eine Schnur zum Einsenken der Flasche in die Soole befestigt ist. In Soolreservoiren, wo zu verschiedenen Zeiten verschiedengrädige Soole eingelassen wird, schichtet sich die Soole nach den spezifischen Gewichten, die leichtere Soole schwimmt oben auf der schwereren Soole. Um eine Mischung zu erreichen, ist es gut, schwerere Soole an verschiedenen Stellen des Reservoirs auf die leichtere Soole laufen zu lassen. Um aus Reservoiren mit wenig gut gemischter Soole eine Durchschnittsprobe zu erhalten, senkt man die oben offene Flasche langsam durch die ganze Soolschicht bis auf den Boden und beobachtet am Entweichen der Luftblasen, ob aus allen Höhenlagen Soole in die Flasche eingelaufen ist, die dann wieder langsam heraufgezogen wird. Um einen Durchschnitt zu erhalten, wird man von verschiedenen Stellen des Reservoirs solche Proben nehmen und mischen und aus der Mischung den Salzgehalt ermitteln. Will man jedoch Soole von einer bestimmten Stelle aus der Tiefe eines Schachtes oder Reservoirs entnehmen, so versieht man den Flaschenhals mit Stöpsel oder Ventil, die mit einer besonderen Schnur aufgezogen werden, wenn die Senkflasche bis zu der Stelle eingesenkt ist, von wo die Probe genommen werden soll. Steigen keine Luftblasen mehr auf, so ist die Flasche gefüllt und man läfst das Ventil wieder zufallen, damit sich nicht beim Anheben leichtere Soole aus höheren Lagen mit der Probesoole in der Flasche mischt.

Fig. 139.



Aus tiefen Bohrlöchern und Schächten läfst sich mit solch einfacher Flasche keine Soolprobe entnehmen. Der Überdruck würde die Flasche zusammenpressen oder das Öffnen des Ventiles verhindern. *Brandes*[1]) hat für Bohrlöcher einen Soolheber folgender Art ausgeführt (Fig. 139). Die an einem Bügel befestigte Soolflasche *A* trägt am Boden einen nach unten offenen Behälter *B*, von dem eine Röhre *a* durch den Boden der Flasche bis nahe an deren Hals reicht. Die Flasche ist durch den Stöpsel *b* und die Gummimanschette *c* dicht verschlossen. Durch das Belastungsgewicht *f* wird der Stöpsel nach unten gezogen. Über dem Belastungsgewichte *f* befindet sich die Ventilklappe *e*. Diese Ventilklappe verschliefst die untere Zugangsöffnung *d* der Röhre *a*, wenn der Stöpsel *b* gelüftet und genügend hoch gezogen wird. Beim Ein-

[1]) *Pr. Z.* 1866, **14**, 255.

Digitized by Google

senken wird die in *A* und *B* befindliche Luft dem Drucke entsprechend zusammengepreſst und tritt aus *B* in die Flasche *A*. *B* muſs dem zu erwartenden Überdrucke entsprechend um so viel gröſser als *A* sein, daſs nur Luft und keine Soole aus höheren Teufen aus *B* in *A* eintreten kann. Der Stöpsel *b* läſst sich nun leicht in der entsprechenden Teufe, aus der die Probe geholt werden soll, ziehen, da der Druck auf allen Seiten gleich ist. Er wird dabei so weit gezogen, daſs die Öffnung *d* geschlossen wird, so daſs nur Soole von oben in die Flasche laufen kann, nicht etwa die aus höheren Teufen mitgenommene, im Raume *B* angesammelte leichtere Soole. Nach dem Anfüllen wird beim Nachlassen der Zugschnur der Stöpsel *b* durch das Gewicht *f* nach unten gezogen und der Flaschenhals verschlossen. Der Cylinder *B* läſst sich abschrauben, und die Flasche durch die mit einer Schraube verschlossene Öffnung *g* entleeren.

In sehr einfacher Weise lassen sich Soolproben aus gröſserer Teufe, z. B. aus Soolbohrlöchern, mittels Champagnerflasche entnehmen[1]). Die leere Flasche wird zugekorkt, der Korkpfropfen durchbohrt und die Durchbohrung mit einem Zuckerkern verschlossen. Die Flasche wird genügend beschwert und an einem Seile bis zu der Teufe herabgelassen, aus der die Probe entnommen werden soll. Der Zuckerkern löst sich auch in gesättigter Soole nach und nach auf. Man hat dann zu warten, bis Luftblasen aufsteigen, und kann an diesen erkennen, daſs Soole unter Verdrängung von Luft in die Flasche eingedrungen ist.

Ist die Öffnung sehr eng, so wird zwar Soole in die Flasche in dem Maſse, wie die Luft unter dem Teufendruck zusammengepreſst wird, eindringen, jedoch wird keine Luft entweichen. Diese wird vielmehr erst beim Herausziehen der Flasche, wenn sich unter vermindertem Druck der Luftraum vergröſsert, aus dieser heraustreten und dann verhindern, daſs auch noch aus höheren Teufen Soole in die Flasche nachdringt.

Bei enger Öffnung wird man also den Beginn des Eindringens der Soole in die Flasche nicht beobachten können. Ist jedoch die Öffnung so weit, daſs sich die Flasche unter Verdrängung der Luft völlig füllt, so wird sich beim Herausziehen, auch wenn dies langsam geschieht, leichtere Soole aus höheren Teufen mit der Probe mischen können, was durch Temperaturunterschiede der Soolen in den verschiedenen Teufen begünstigt wird.

Unter Umständen kann diese Probeentnahme ausreichend zuverlässige Ergebnisse haben. Der Zuckergehalt wird die Salzgehaltsbestimmung, wenn sie mittels Aräometers vorgenommen wird, beeinträchtigen. Er läſst sich jedoch leicht mit *Fehling*scher Lösung bestimmen.

---

[1]) *Der Montanmarkt*, Ztg. f. d. Kali-, Kohlen-, Eisen- u. Cementindustrie 1899, Nr. 104.

Digitized by Google

Anreicherung (Konzentration, Veredelung) ärmerer Soolen.

Die Anreicherung der Soolen geschieht

a) durch Auflösen von Steinsalz und von Siedeabfällen,

b) durch Gradirung.

Oft werden gradirte Soolen auch noch durch Steinsalz bis zur Siedewürdigkeit angereichert.

Ob man eine Soole unmittelbar versiedet oder mehr oder weniger anreichert, um sie mit Vorteil versieden zu können, hängt von den Brennstoffpreisen ab, von den vorhandenen Gradireinrichtungen oder ob Steinsalz zum Anreichern billig zur Verfügung steht. Eine Grenze für den Soolgehalt, bei der man Soole noch mit Vorteil ohne weiteres versieden kann, läfst sich deshalb nicht angeben. 16 *Pct.* Kochsalzgehalt wird man in der Regel als untere Grenze ansehen können, meist werden allerdings höherprozentige Soolen versotten.

Ohne Anreicherung versieden folgende Salinen Soolen mit dem angegebenen Prozentgehalte: Lüneburg 25 *Pct.*, Reichenhall 23 *Pct.*, Offenau, Wimpfen, Rappenau, Dürrheim 24 bis 26 *Pct.*, Artern 25 *Pct.*, Halle 19 *Pct.*, Luisenhall und Neuhall bei Stotternheim, Ernsthall bei Buffleben 25 bis 26 *Pct.*, Egestorffhall, Georgenhall bei Hannover 25 *Pct.* Es sind dies zumeist Soolen, die aus Bohrlöchern, die im Steinsalzgebirge stehen, gewonnen werden. Die englischen Salinen verarbeiten Soole aus Bohrlöchern und Schächten, die im Steinsalzgebirge stehen. Aus dem Steinsalzgebirge gewonnene oder durch Steinsalz in der Grube oder über Tage angereicherte, nahezu konzentrirte Soolen verarbeiten Schönebeck, Bernburg, Erfurt, Wilhelmsglück, Heilbronn u. a. Durch Gradirung und bei einigen auch noch durch Steinsalz angereicherte Soolen verarbeiten Dürrenberg, Sulza, Salzungen, Sooden, Königsborn und die übrigen westfälischen Salinen (s. S. 218) Rothenfelde, Theodorshall bei Kreuznach u. a.

a) Die Anreicherung durch Steinsalz geschieht in derselben Weise und mit denselben Vorrichtungen, wie die Bereitung von Soolen durch Steinsalzauflösung (S. 483). Reichert man aufser durch Gradirung auch noch durch Steinsalz an, so empfiehlt es sich, vorher zu gradiren und das Steinsalz in der reicheren Soole aufzulösen, als umgekehrt zu verfahren, da eine gröfsere Menge der Nebenbestandteile des Steinsalzes, besonders Gyps, in schwacher Soole gelöst werden würde und dann erst durch die Gradirung wieder entfernt werden müfste, während gradirte Soolen nur noch geringe Aufnahmefähigkeit für Gyps haben. Auch würde ein gröfserer Salzverlust die Folge sein, da sich reichere Soolen schwerer und mit gröfserem Verluste gradiren als leichte. Dasselbe gilt von der Auflösung von Siedeabfällen (Schmutzsalz, Fege-

Digitized by Google

salz, Krücksalz, Salzstein, Pfannenstein), die lösungsfähige Nebensalze enthalten.

In Dürrenberg reichert man etwa 19 *pct.* gradirte Soole durch Steinsalz und Siedeabfälle bis auf 23 und 24 *Pct.* an. Ähnlich verfährt man in Neusulza. Früher war dies auch in Schönebeck üblich.

Man findet mitunter die Einrichtung, dafs als Lösekasten die Soolbassins unter den Gradirwerken benutzt werden. Die gradirte Soole tröpfelt dann auf das Steinsalz oder die Abfälle und fliefst an einer Seite des Kastens ab.

b) Anreicherung durch Gradirung. Die Gradirung ärmerer Soolen bewirkt:

1. eine Verdunstung an der Luft und dadurch Anreicherung der Soole.

2. eine Abscheidung schwer löslicher Salze, wie Gyps, dem bei der Anreicherung der Soole das Lösungswasser entzogen wird und der sich in festen Krusten oder als Schlamm absetzt, und die Zerlegung leicht zersetzbarer Salze in schwer lösliche und deren Abscheidung, wie doppeltkohlensaures Calcium und Magnesium und doppeltkohlensaures Eisenoxydul, die an der Luft in unlösliche einfache kohlensaure Salze zerlegt werden und sich ebenso wie Gyps absetzen. Eisen setzt sich unter Oxydation an der Luft als Eisenoxydhydrat ab. Glaubersalz und Chlorcalcium setzen sich bei der Gradirung um, unter Bildung von Gyps, der sich abscheidet.

Auch die Absonderung mechanischer Beimengungen wird durch die Gradirung erreicht.

Die Anreicherung der Soole, das Verdunsten des Wassers ist der Hauptzweck der Gradirung. Die Ausscheidung von Nebenbestandteilen ist nur ein Nebenerfolg. In einzelnen Fällen kann jedoch die Ausscheidung von Nebenbestandteilen Hauptzweck sein, so dafs man auch reichere Soolen noch gradirt, die sonst des Gradirens nicht bedürfen. In Dürrenberg wird die durch Steinsalz bis zur Siedewürdigkeit angereicherte Soole nochmals gradirt, um sie von Schlammteilen zu reinigen, die zum Teil durch den sich absetzenden Gyps an den Gradirwerksdornen festgehalten werden. Auch zur Ausscheidung des Eisengehaltes werden Soolen gradirt, da das Eisen beim Versieden das Salz gelb färben würde. Jedoch hat man zur Abscheidung des Eisenoxyds auch andere Mittel angewendet. Zu Luisenhall bei Stotternheim läfst man die Soole durch eine lange, im Zickzack über einander laufende Holzkandel, in der Siebscheidewände angebracht sind, rinnen, in Georgenhall preſst man in die Bottiche, in denen die Soole angesammelt wird, mit einem Kompressor Luft hinein, die durch die Soole aufsteigt. Das Eisen wird dadurch oxydirt und scheidet sich als Eisenoxydhydrat ab. In Salzungen hat man zur Reinigung der Soole von

Digitized by Google

Eisen die geneigten Bretterverdecke der Soolreservoire benutzt. Die Verdecke sind durch Längsschwellen in Gerinne geteilt. Die Schwellen sind so gegen einander versetzt, dafs die Soole von dem höchsten Punkte des Verdecks hinter den Schwellen entlang circuliren mufs und möglichst lange mit der Luft in Berührung bleibt.

Anreicherung nebst Reinigung erreicht man bei der Gradirung am besten, wenn die Gradirvorrichtung der Soole eine möglichst grofse Oberfläche und Verteilung giebt und eine Lage hat, bei der die Soole von den die Verdunstung begünstigenden Einflüssen (Wärme, Trockenheit und Wechsel der Luft) möglichst reichlich getroffen wird. Die angereicherte Soole mufs zudem vor einer Verdünnung durch Regen und Schnee geschützt werden.

Die älteren Gradirsalinen haben, weil die Gradirwerke eine kostspielige Unterhaltung erfordern, mit den neueren Salinen, die unmittelbar konzentrirte Soole gewinnen, zum Teil nicht Schritt halten können. Viele dieser Salinen sind eingegangen (Colberg, Teuditz, Kötzschau, Kösen und andere) oder haben den Gradirbetrieb beschränkt oder eingestellt, wie Schönebeck, Artern, bei denen es geglückt ist, konzentrirte Soole zu erbohren.

Umfassenden sorgfältigen Gradirbetrieb haben unter anderen noch Dürrenberg, Königsborn, Sooden a. d. W. Die Vorliebe des Publikums für gewisse Salzkörnungen (Grobsalz in Westfalen), die sich aus gradirter Soole ganz besonders gut ersieden lassen, und ihre Lage für den Kleinhandel, hat einigen Gradirsalinen den Fortbestand gesichert. Sobald das in Deutschland meist eingebürgerte billiger herzustellende Feinsalz auch in den Grobsalzbezirken genügend Eingang gefunden haben wird, kann der Fortbestand vieler Gradirsalinen nur noch durch günstige Marktverhältnisse, besonders durch Konventionen der Salinen zur Erhaltung eines angemessenen Preises und durch billiges Brennmaterial ermöglicht bleiben.

Obgleich für die Gradirung in grofsem Umfange nur die Dorn- oder Tröpfelgradirung geeignet erscheint, hat man doch auch andere Einrichtungen angewendet oder vorgeschlagen.

Man unterscheidet:

Tafelgradirung, Pritschen-, Staffel- oder Dachgradirung, Bindfaden-, Strick- oder Seilgradirung, Koulissengradirung, Eisgradirung, Sonnengradirung und als wichtigste die Dorn- oder Tröpfelgradirung.

1. Tafelgradirung, in der durch *v. Baader* eingerichteten Tafelgradiranstalt. Diese besteht aus mehreren je etwa 470 *mm* unter einander gestellten flachen Holzbehältern von 5,65 *m* Länge, 1,88 *m* Breite, 65 *mm* Höhe. Die Behälter werden ungefähr 5 *cm* hoch mit Soole angefüllt und sind so eingerichtet, dafs die Soole aus dem höchsten Behälter in den nächst tieferen und so von Behälter zu Behälter bis in den untersten tropft, wobei sie dem Luftzuge ausgesetzt ist und

Digitized by Google

sich anreichert. Der Soolverlust ist hierbei geringer als bei der Dorngradirung, die Verdunstung aber ebenfalls bedeutend schwächer. Dadurch, dafs man abweichend von der Sonnengradirung (s. unten) die Gefäfse staffelförmig unter einander gestellt hat, nimmt sie weniger Raum ein, und das Regenwasser hat weniger Zutritt.

2. Pritschen-, Staffel- oder Dachgradirung.

Man läfst die Soole über dachförmig zusammengefügte, schwach geneigte Flächen rinnen (s. Fig. 130, S. 522) und benutzt dazu die über den Soolreservoiren befindlichen Dächer zum Gradiren (Dürrenberg). Die Soole sammelt sich zunächst vor der am Rande des Daches angebrachten Bordschwelle. Da sich bei sehr trockener Luft und unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen Salz auf den Verdecken ausscheidet, so wird das Verdeck von Zeit zu Zeit mit flachen Schaufeln mit angesammelter Soole überspritzt. Das Salz wird dadurch wieder gelöst und reichert die Soole an, die abends in die Reservoire eingelassen wird. Dazu dienen die in das Reservoir führenden Spundlöcher, die mit Spunden (Soolspunde) verschlossen sind. Bei Regenwetter werden die Regenspunde gezogen, die das niedergefallene Regenwasser ins Freie führen.

3. Bindfaden-, Strick- oder Seilgradirung wird durch das ehemals zu Moutiers in Savoyen angewendete Verfahren veranschaulicht. Die Soole läuft an ausgespannten Bindfäden oder Stricken von mehr als 30000 *m* Länge langsam herunter. Sie wurde dort zunächst auf gewöhnliche Weise durch Stören gar gesotten und dann, um das Soggen zu ersparen, zur Verdunstung des Wassers heifs auf die ausgespannten Hanfseile gebracht. Das Salz setzte sich an den Seilen in Form einer Kruste ab, die eine Dicke von 105 *mm* erreichte. Dann nahm man die Salzkruste ab. Als Gradirung läfst sich diese Art der Verwendung jener Einrichtung nicht bezeichnen, vielmehr liegt hier nur ein besonderes Verfahren zur beschleunigten Abdampfung der Soole und zur Salzgewinnung durch Wasserentziehung und Abkühlung vor.

Die Koulissengradirung ist ähnlich eingerichtet. Die Soole fliefst dann aus einem oberen Bassin an Leinwandstreifen in ein unteres.

4. Eisgradirung. Da beim Gefrieren der Soole das sich ausscheidende Eis nur wenig Salz enthält und eine reichere Soole zurückläfst, so benutzt man dieses Verhalten in nördlichen Gegenden mit langen, strengen Wintern, z. B. zu Ochotzk, zum Anreichern der Soole. Die Behälter leiden durch die Eisbildung sehr. Die Entfernung des Eises aus der Soole erfordert viel Arbeit und ist deshalb kostspielig. Nicht alle Soolen sind für das Verfahren geeignet, denn Chlornatrium setzt sich mit schwefelsaurem Magnesium in Winterkälte zu Chlormagnesium und schwefelsaurem Natrium um (S. 77).

5. Sonnengradirung. Hierbei kommt der Wirkung der Sonnenwärme ein gröfserer Anteil gegenüber der Wirkung der bewegten Luft zu, als bei den anderen Einrichtungen.

Digitized by Google

Die bei der Seesalzgewinnung gebräuchliche Art der Anreicherung der Soole in flachen, neben einander oder terrassenförmig bei einander stehenden Behältern kann hierzu gerechnet werden. In England reichert man das Meerwasser in solchen flachen Beeten an und versiedet dann durch Abdampfen. An anderen Orten hat man nach diesem Vorbilde flache Behälter benutzt, besonders flache über den Reservoiren angebrachte Behälter mit Scheidewänden, die die Soole zwingen, auf langem Wege von einem Behälter zum anderen zu fliefsen. Der bewegten Luft fällt dabei immer noch der gröfsere Anteil an der Verdunstung zu. In Artern läfst man die Bohrlochssoole zur Ausscheidung des Eisengehaltes über die flachen Verdecke der Soolbehälter circuliren, wobei die Einwirkung der Luft Haupterfordernis ist.

Um die Wirkung der Sonnenwärme zu erhöhen, hat *Butlenstedt* (*D. R.-P.* 23413) (s. den Abschnitt über Salzgewinnung) vorgeschlagen, die Sonnenstrahlen durch Hohlspiegel zu vereinigen und auf die Oberfläche der in flachen Pfannen stehenden Soole zu werfen. Er glaubte dabei die Erwärmung und Verdunstung des Wassers bis zur Salzausscheidung fortsetzen zu können. Die Ausführung scheitert an der Kostspieligkeit der Anlage und deren Unterhaltung, die mit dem möglicherweise zu erreichenden Erfolge in keinem Verhältnis steht.

An günstig gelegenen Orten läfst sich die Sonnengradirung bis zur Salzausscheidung (Sonnensalz) fortsetzen. Dies geschieht auf den Onondaga-Salzwerken [1]), wo Soolen mit etwa 13 *Pzt.* Kochsalz in zwei terrassenförmig über einander stehenden Reihen von 30 *cm* tiefen hölzernen Bassins der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt werden. In den oberen Behältern bleibt die Soole so lange stehen, bis Kochsalz auszukrystallisiren beginnt, dann wird sie in die tiefer stehenden Behälter abgelassen und damit von den abgeschiedenen schwer löslichen fremden Salzen abgezogen. In den unteren Behältern setzt sich Kochsalz in grofsen, harten Krystallen ab. Das Salz wird an der Luft getrocknet und zeigt eine schöne weifse Farbe. Bei Regenwetter werden die Bassins zugedeckt.

Im Saginawthale [2]) (Staat Michigan) wendet man zur Verdunstung der Soole durch Sonnenwärme 0,14 *m* hohe, 5,3 *m* breite und 50 bis 200 *m* lange Holzkasten an. Diese können zum Schutz gegen Regen mit Dächern versehen werden, die auf Rollen beweglich sind. Die Kasten liegen terrassenförmig über einander. Die oberste Reihe dient zum Klären, die nächst tiefere zum Konzentriren und die unterste zum Salzmachen. Das bei langsamer Verdunstung erzeugte, sich in grofsen Krystallen absetzende Sonnensalz ist zwar reiner als Siedesalz, indessen sind die Kosten für die Anlage eines Sonnenfeldes bedeutend höher, als die gewöhnlicher Siedeanlagen.

---

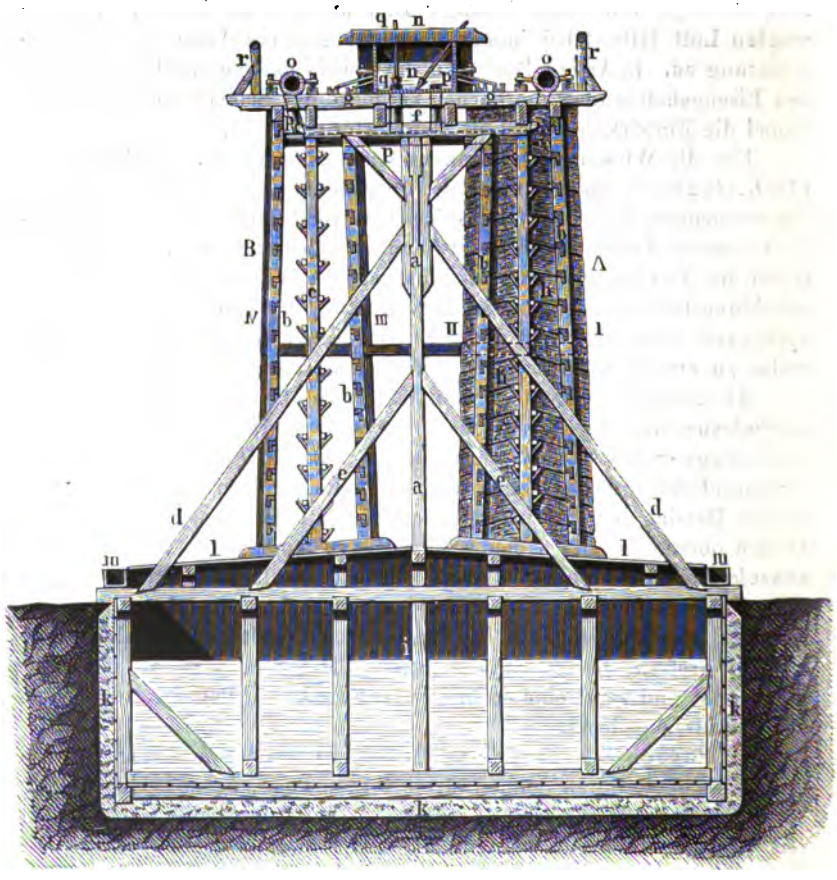
[1]) *Wagners Jahresbericht* 1866, S. 207.
[2]) *B.- u. H. Ztg.* 1867, 26, 305, 337.

Digitized by Google

Alle hier beschriebenen Methoden der Gradirung haben nicht die Bedeutung erlangt wie

6. die Dorn- oder Tröpfelgradirung. Dabei läfst man die Soole in möglichst gleichmäfsiger Verteilung über Reisigwände, die aus Schwarzdorn aufgebaut sind, tröpfeln. Die Soole bleibt dann in einzelnen Tropfen möglichst lange dem Luftzuge ausgesetzt, indem die

Fig. 140.



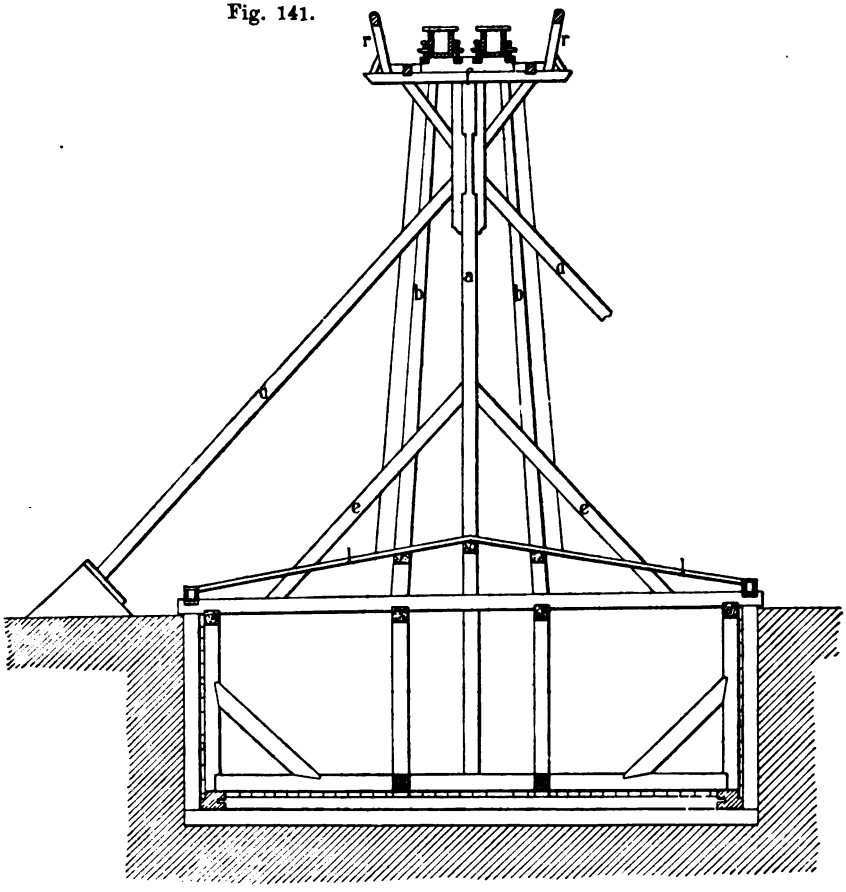
fallenden Tropfen immer wieder Reisigholz finden, an dessen feiner Verästelung sich die Soole verteilt, die dadurch der Luft so viel Angriffspunkte bietet und sich auf solch aufserordentlich grofse Fläche verteilt, wie bei keiner der vorher beschriebenen Einrichtungen erreicht werden kann.

Das Verfahren soll schon vor 500 Jahren in der Lombardei angewendet worden sein. Nach anderen ist es deutschen Ursprungs und zuerst 1579 in Nauheim, 1599 zu Kötzschau bei Merseburg

Digitized by Google

durch Matthäus Meth, Arzt in Langensalza, in der Weise eingeführt worden, dafs man die Soole mit Schaufeln gegen Wände von Stroh- oder Schilfbündeln (Strohleckwerk, noch 1770 in Sulz) warf. Die jetzige Gestalt mit Dornwänden hat die Gradirung 1730 durch *v. Beust* erhalten und an ihrer zweckmäfsigen Einrichtung haben *Waitz v. Eschen* und *Borlach* hervorragenden Anteil.

Fig. 141.



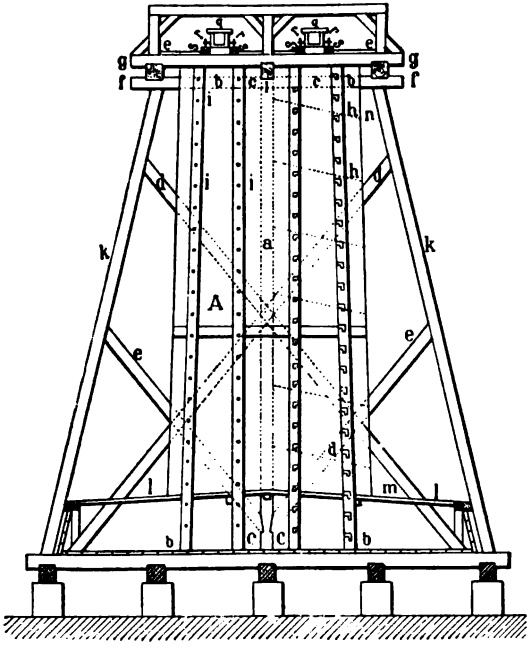
Man bezeichnet die Gebäude, in denen die Dornwände aufgerichtet sind, als Gradirhäuser. Früher gab man ihnen ein Dach, sogar schwere Ziegeldächer zum Schutz gegen Regen (Reichenhall, Dürrenberg). Da die Dächer jedoch die Verdunstung beeinträchtigen und den Bau schwerfällig und kostspielig machen, läfst man sie jetzt ohne Dach frei liegen und sorgt dafür, dafs sich bei Regenwetter die Wasser nicht mit der Soole mischen, sondern auf den Soolfängen durch zu öffnende Regenspunde ablaufen.

Digitized by Google

Die Dorngradirhäuser (*Bâtiments de graduation, graduation hauses*) (Fig. 141 bis 142) bestehen aus dem Ständerwerke oder Gerüst zur Aufnahme der Dornen, den Dornwänden, den Soolfängen, Soolkasten, Soolschiffen, auch Unterbassins und der Tröpfelvorrichtung. Je nachdem man nur eine oder zwei oder mehr Dornwände auf einem Unterbau aufführt, unterscheidet man einwandige, zweiwandige oder mehrwandige Gradirhäuser.

a) Das Ständerwerk oder Dornengerüst besteht aus der mittleren Hauptsäule *a*, den äufseren Dornsäulen *b* und den inneren Dornsäulen *c*, den Hauptsturmstreben oder Windstreben *d*, den Streben *e*, den Oberhaltern *f*, den Trägern *g* für den Gerinnkasten. Die Dornsäulen haben eingeschnittene Larven *h*, denen auf der gegenüber liegenden Säule Einschnitte *i* entsprechen, oder aufgenagelte Winkel zur Aufnahme von Latten, auf die das Dornstrauchwerk gelegt wird.

Fig. 142.



Es lassen sich zwei Hauptbauarten unterscheiden. Die eine ist die Colberger Bauart mit einer mittleren Hauptsäule und den nach aufsen weit ausgreifenden Hauptsturmstreben (Fig. 141), die andere ist die von *Borlach* angewendete Bauart, nach der aufser der mittleren Hauptsäule noch zwei äufsere Hauptsäulen (Bundsäulen *k*) vorhanden sind, die ursprünglich vertikal, später aber mit Anlauf gesetzt wurden. Die Hauptsturmstreben und Streben legen sich dabei nicht an die Mittelsäule an, sondern von innen an die äufseren Bundsäulen und durchkreuzen sich im Inneren der Wände (Fig. 142). Letztere Bauart ist namentlich da angebracht, wo man auf den Trägern *g* noch zu beiden Seiten der Tröpfeleinrichtung Soolbassins anbringt, die das Ständerwerk sehr belasten und durch die äufseren Bundsäulen gestützt werden.

Da diejenigen Gradirhäuser als die besseren angesehen werden können, welche möglichst wenig Holzwerk vor den Dornwänden haben,

Digitized by Google

so ist für gewöhnlich der Colberger Bauart (Fig. 140, 141) der Vorzug zu geben. Das äufsere Holzwerk hindert den Zutritt der Luft und ist dem zerstörenden Einflusse der Witterung ausgesetzt, während das Holzwerk innerhalb der Dornwände durch die beständige Befeuchtung mit Soole erhalten bleibt.

Um ein Verschieben in der Längsrichtung der Dornwände zu verhüten, sind einzelne Hauptsäulen oder Bundsäulen auch gegen Seitenverschiebung in der Richtung der Dornwände verstrebt.

b) Die Dornwände. Zum Aufbau der Wände verwendet man Schwarzdorn (*Prunus spinosa*), der sich durch Härte, vielfache Verästelung und dadurch sperrige Beschaffenheit, die einen lockeren Aufbau gestattet, auszeichnet. Man wählt vier- bis fünfjährigen, möglichst krausen, langsam gewachsenen Schwarzdorn, dessen Triebe im Herbst nach dem Abwerfen des Laubes um einiges länger geschnitten werden müssen, als die Dornwand breit ist, etwa 2 bis $2^1/_2$ *m*, Stengel von mehr als 25 *mm* Stärke werden ausgeschieden. Sie werden in einzelnen, mit Weidenruten gebundenen Bündeln angeliefert, von denen das Schock etwa 200 *kg* wiegt. Die Bündel müssen frei von Gras, Schlinggewächsen u. dergl. sein. Die Reiser müssen in gleiche Richtung gelegt sein. Vor dem Einlegen werden sie abgespitzt, d. h. die Spitzen der Bündel werden abgeschnitten, so dafs sich die Reiser mit den Spitzen genau in eine Fläche legen lassen. Das Abspitzen geschieht mit dem Beile in der Weise, dafs man die Bündel neben einander zwischen zwei Langhölzer klemmt, wobei nur die abzuschneidenden Spitzen vorstehen. Früher band man die einzelnen Bündel noch zu Faschinen zusammen, jetzt legt man sie einzeln auf und neben einander in die Dornwand, wobei die Weidenruten aufgeschnitten und entfernt werden. Die Dornreiser kommen so auf die Latten zu liegen, dafs die Spitzen in einer Ebene liegen. Die Ebene der äufseren Dornwandfläche steht aber nicht senkrecht, sondern, damit die Soole beim Tröpfeln von oben nach unten an der äufseren Fläche immer wieder Dornreisig findet, erhält die äufsere Fläche etwas Anlauf nach oben (Dossirung). Diese bemifst sich auf $^1/_{18}$ bis $^1/_{12}$ der senkrechten Höhe der Wand. Um die Tropfen möglichst den äufseren Spitzen zuzuführen, erhalten die Dornreiser etwas Neigung nach der äufseren Wandfläche dadurch, dafs die zwischen den inneren Dornsäulen eingelegten Dornlatten etwas höher liegen als die äufseren Dornlatten. Die Neigung bemifst sich auf $^1/_7$ bis $^1/_8$ der horizontalen Länge der Dornen, bei stärkerer Dossirung wählt man eine stärkere Neigung, bei schwächerer Dossirung eine geringere Neigung der Dornen. Durch Richtlatten, die der Dossirung entsprechend an die mit Dorn zu belegende Wandfläche angelegt werden, wird die richtige Lage der Ebene, in die die Spitzen der Dornbündel zu legen sind, angezeigt. Auf jedes Paar Dornlatten, die etwa 40 bis 50 *cm* von einander abstehen und 2 *m* lang sind (auf jedes Bund = 4,237 *m* kommen zwei Dornsäulen und zwei Lattenlängen), werden,

Digitized by Google

je nachdem man dichter oder lockerer einlegen will, 12, 13 oder 14 Dornbündel gleichmäfsig verteilt, so dafs bei einer Höhe von 9 bis 10 *m* und 20 Lattenpaaren zwischen zwei Dornsäulen 4 bis 5 Schock Dornbündel, auf ein Bund einseitig 9 bis 10 Schock verbraucht werden. Einiges behält man zurück zum nachträglichen Verstopfen und Verputzen der Wände, wobei man da, wo beim Einlegen Nester geblieben sind, Reiser von aufsen einschiebt. Auch die abgeschnittenen Spitzen werden noch dazu benutzt, freie Stellen, besonders an den Säulen des Gerüstes und unter dem Gebälk unter der Tröpfeleinrichtung zu verstopfen. Dann wird die ganze Wandfläche abgeputzt, d. h. mit gewöhnlichen Baumscheeren werden die etwa noch vorstehenden Spitzen abgeschnitten, damit eine gleichmäfsige Fläche entsteht. Das Schock Schwarzdornbündel kostet 5,50 bis 6 *Mk.* Ein Bund (4,237 laufende Meter) 10 *m* hoher Dornwand einseitig zu belegen kostet mit Material etwa 65 *Mk.* Mufs dabei eine alte besteinte Dornwand entfernt werden, so sind rund 70 *Mk.* zu rechnen, und da eine Erneuerung alle sieben Jahre durchschnittlich nötig ist, so betragen die laufenden jährlichen Unterhaltungskosten der Gradirwerke einseitig auf das Bund 10 *Mk.*, oder auf das laufende Meter 2,50 *Mk.* Infolge der Dossirung verjüngen sich die Dornwände nach oben etwas. Jede Dornwand besteht aus zwei Hälften, die Dornen laufen von den beiden äufseren Flächen nach innen dachförmig zusammen. Bei einwandigen Gradirhäusern sind die Wände breiter, die Dornreiser länger als bei mehrwandigen Gradirhäusern. Die Breite der Wandhälften, entsprechend der Länge der Dornreiser, ist unten etwa 1,80 bis 2,80 *m*, oben 1,50 bis 1,90 *m*.

Auf überdachten zweiwandigen Gradirhäusern hat man früher zur Ausnutzung des Dachraumes auch noch niedrige schmalere Wände in der Mitte aufgesetzt, so dafs zwei Wände über einander stehen.

Auf die Flächeneinheit der äufseren Wandfläche berechnet, haben zweiwandige Gradirhäuser zwar etwas gröfsere Leistung aufzuweisen, jedoch ist diese Mehrleistung gegen einwandige Gradirhäuser nur gering und steht nicht im Verhältnis zu den Mehrkosten der Anlage.

c) Der Soolkasten, das Soolschiff, das Unterbassin, der Soolfang. Man stellt das Gradirhausgerüst entweder auf ein Erdreservoir, das die herabgetröpfelte Soole aufnimmt (Colberger Bauart), oder richtet den unteren Teil des Gerüstes zu einem freistehenden Soolkasten ein, der zwischen die äufseren Bundsäulen eingebaut ist (*Borlach*sche Bauart). Im ersteren Falle stehen die Dornsäulen auf dem Dachgebälk des Erdreservoirs (Fig. 140), im letzteren Falle stumpf auf dem Boden des Soolkastens auf, während die äufseren Bundsäulen auf den Bundschwellen eingezapft sind, die den Soolkasten tragen. Die Bauart dieser Reservoire und Soolkasten ist die S. 521 u. f. beschriebene. Reservoire und Soolkasten sind entweder mit abfallendem Bretterdach (Pritsche) *l* versehen, auf das die Soole aus den Wänden zunächst

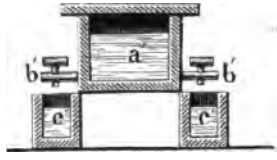
Digitized by Google

auffällt, die dann in längsgeführte Kandeln läuft, die sie den Soolbehältern durch Zapfenlöcher zuführen, während bei Regenwetter besondere Regenspünde gezogen werden, oder es ist ein flacher Soolfang angebracht, in dem die Soole absteht und an der Luft abdunsten kann, so dafs sie nur abends oder wenn Regen droht in die darunter stehenden Soolbehälter eingelassen wird (z. B. in Elmen).

Je höher die Wände sind, um so breiter müssen die Soolfänge sein, damit die bei stärkerem Winde abgetriebene Soole nicht verloren geht.

d) Die Tröpfelvorrichtung mit der Geschwindstellung. Gewöhnlich bringt man auf die Träger der Gradirhausgerüste zum Ansammeln der Soole in der Mitte oder zu beiden Seiten langgestreckte schmale (1 bis $1^1/_2$ *m* breite und hohe) Soolbassins (Oberbassins) und verteilt von diesen aus durch Kandeln die Soole über die ganze Länge der Gradirhäuser. Die Verteilung geschieht in der Weise, dafs die Soole aus den Bassins oder aus Röhren, die von den Bassins die Soole erhalten, oder aus den Kandeln durch Hähne (Tröpfelhähne) in vier Reihen je 2 *m* langer Tröpfelrinnen geleitet wird, von denen je zwei Reihen über jeder Dornwandhälfte stehen, die eine ziemlich über der äufseren Fläche, die andere der inneren Fläche bis zu etwa $^1/_3$ der Breite der Wand sich nähernd. Die Tröpfelrinnen sind aus einem vierkantigen 8 oder 10 *cm* starken Holz gefertigt, das auf einer Seite ausgehöhlt und auf beiden Seiten der Aushöhlung mit winkeligen Kerbausschnitten versehen ist. Die aus den Hähnen in die Tröpfelrinne laufende Soole fliefst an den einzelnen Kerbeinschnitten über und tröpfelt in vielfacher Verteilung auf die Dornwände. Die Tröpfelrinnen müssen genau wagerecht stehen, die Hähne gleichmäfsig laufen, was durch den sich ansetzenden Gyps erschwert wird, damit sich die Soole möglichst gleichmäfsig verteilt. In Fig. 143 ist *a* die Soolkandelleitung, *b* sind Tröpfelhähne, *c* Tröpfelrinnen. Durch die Stellung der Hähne kann man den Soolzufluſs reguliren, und man unterscheidet ganze Öffnung, halbe, viertel und achtel Stellung. Um nicht jeden einzelnen Hahn besonders stellen zu müssen, hat man wohl die Hähne einer Reihe sämmtlich mit einer Zugstange in Verbindung gesetzt, wodurch sie in beliebige Stellung gebracht, auch gänzlich geschlossen werden können (Geschwindstellung), jedoch ist diese Einrichtung nicht zweckmäfsig, da infolge der Versteinung der Hähne die Einrichtung unzuverlässig wird. Besser ist es, jeden einzelnen Hahn besonders einzustellen, was durch das Aufsichtspersonal (Gradirer) mit einem kleinen Holzhammer geschieht, womit sie im Vorübergehen den flachen Köpfen der Hähne einen die entsprechende Drehung bewirkenden Schlag geben. Eine schnelle Absperrung der Soole, was bei drohendem

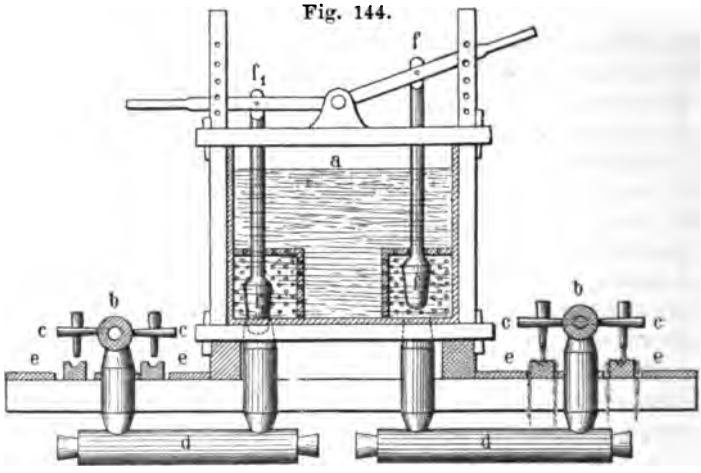
Fig. 143.



Digitized by Google

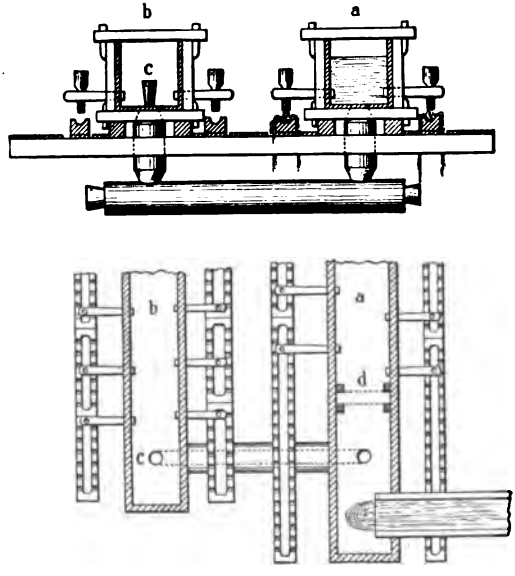
Regen nötig ist, eine Geschwindstellung, ist besser so eingerichtet, dafs durch Zapfen der Zufluſs der Soole in die Verteilungsröhren und

Fig. 144.



Kandeln abgesperrt wird, so dafs nur der Inhalt der Röhren und der Kandeln noch abläuft (Fig. 144). *a* ist das Soolbassin, *b* sind Verteilungsröhren, *c* Tröpfelhähne, *d* Verbindungsröhren, *e* Tröpfelrinnen, ff_1 Zapfen für Geschwindstellung mit Hebelwerk.

Fig. 145.



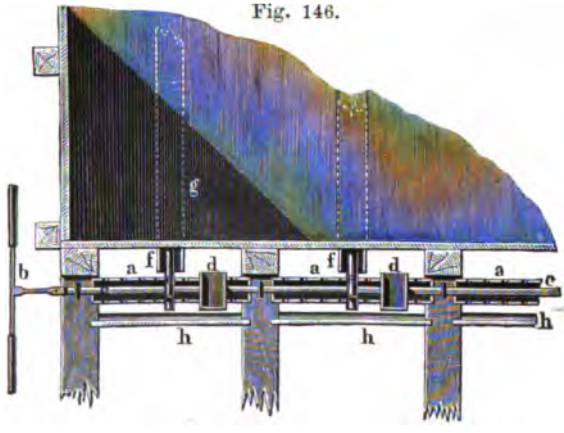
Da es bei der Gradirung darauf ankommt, immer diejenige Hälfte der Dornwand mit Soole zu belegen, die dem Winde zugekehrt ist, so ist beim Wechsel der Windrichtung eine schnelle Umstellung in der Art nötig, dafs die Betröpfelung der einen Wandhälfte aufhört und die Soole auf die andere Wandhälfte geleitet wird. Dazu ist obige Geschwindstellung gut zu gebrauchen. War bisher der Zapfen *f* geöffnet und der Wind wirft sich auf die andere Seite, so wird *f* geschlossen und f_1 geöffnet. Auch kann man bei der Verteilung der Soole auf zwei Kandelleitungen, von denen jede über einer Dornwandhälfte hin-

Digitized by Google

läuft, diese Kandelleitungen durch kommunicirende Röhren in Verbindung setzen (Fig. 145). Geschah die Bespeisung bisher durch die Kandelleitung *a*, so war der Zapfen *c* geschlossen, soll nun die Kandel *b* bespeist werden, so wird der Zapfen *c* geöffnet und bei *d* ein kleines Schiedbrett in die Kandel *a* gesetzt.

Man hat auch die Einrichtung zur Umstellung der Soole so getroffen, wie sie Fig. 146 darstellt. Unter dem in der Mitte liegenden Soolkasten laufen von jedem Tröpfelhahn *e* kleine Verbindungsrinnen *g* schräg abfallend auf die andere Seite des Soolkastens zur Bespeisung der dortigen Tröpfelrinne. Diese erhalten jedoch nur dann Soole aus den Hähnen, wenn die auf einer durchlaufenden Latte *c* befestigten kleinen Verbindungsstücke *d* unter die Hähne geschoben werden, was mit einem Griffe mittels des Hebels *b* geschehen kann. In der abgebildeten Stellung bespeisen die Hähne die Tröpfelrinne *a*. Man hat bei dieser Einrichtung zwar nur eine Reihe Tröpfelhähne nötig, indessen kann man dabei nicht, wie bei den vorbeschriebenen Einrichtungen, was mitunter angängig ist, beide Dornwandhälften zugleich mit Soole bespeisen, und es mufs zur Abschliefsung des Soolzuflusses überhaupt noch eine besondere Verschlufsvorrichtung angebracht werden, während die Einrichtung in Fig. 144 beide Zwecke zugleich erfüllt. Da sich der Wind vor den Dornwänden aufstaut und mit besonders grofser Pressung nach oben und über die Tröpfelrinnen fährt, so wird durch eine Bedielung der oberen Fläche, was zugleich für den Verkehr des Bedienungpersonals erforderlich ist, sowie durch Windbretter (*h* in Fig. 146) dafür gesorgt, dafs nicht der Wind die Soole aus den Tröpfelrinnen wegtreibt, und eine ungleichmäfsige Betröpfelung der Wände herbeiführt. In der Dielung ist so viel Raum unter den Tröpfelrinnen gelassen, dafs die Soole auf die Dornen fallen kann. Zum Schutz für den Verkehr des Bedienungspersonals sind an den Seiten auf den Trägern Geländer *r* (Fig. 140) befestigt, wenn nicht durch die auf beiden Seiten liegenden Soolkasten bereits ein Schutz gewährt ist.

Fig. 146.



Man hat je nach der Belegung der Dornwände mit Soole folgende Arten der Gradirung unterschieden.

1. Die Flächengradirung, bei der nur die äufsere Wandfläche

Digitized by Google

mit Soole bespeist wird, wobei jedoch der Wind immer auch einen grofsen Teil der Soole in das Innere der Wand treibt. Es bedarf dann nur zweier Reihen von Tröpfelrinnen, von denen jede nahe über der äufseren Wandfläche steht.

2. Die kubische Gradirung, wobei von vornherein, da zwei Reihen Tröpfelrinnen über jeder Wandhälfte angebracht sind, die Wandhälfte in ihrer ganzen Stärke mit Soole bespeist wird. Dieses Verfahren ist von *Borlach* in Dürrenberg eingeführt und ist gegenüber dem ersteren Verfahren als das zweckmäfsigere und wirksamere zu bezeichnen.

3. Die kombinirte kubische oder Dreiflächengradirung, die von *Rollmann* bei zweiwandigen Gradirhäusern eingeführt ist, wobei man neben der äufseren Wandfläche der dem Winde zugekehrten Gradirwand auch noch beide inneren Flächen mit Soole bespeist. Wie in diesem Falle die Umstellung schnell erreicht werden kann, zeigt die Einrichtung der Soolverteilung bei Fig. 140. Während aus dem Soolkasten *n* Hähne die Soole auf die inneren Wandhälften leiten, werden die äufseren Wandhälften durch Verteilungsröhren *o* bespeist, die mit dem Kasten *n* durch Röhren kommuniciren, welche durch die Zapfen *p* und *q* geschlossen werden können. Je nachdem man *p* oder *q* öffnet, erhält die eine oder die andere äufsere Wandhälfte Soole.

Ähnlich verfährt man auch bei den breiteren Wänden einwandiger Gradirhäuser, indem man bei günstigem Winde die eine Wandhälfte kubisch belegt und aufserdem noch die innere Fläche der anderen Wandhälfte, wobei infolge des Windes und der Neigung der Dornen immer noch ein Teil bis an die entgegengesetzte äufsere Wandfläche gelangt. Bei heftigem, stumpf aufstofsendem und bei frischer Dornbelegung durchtreibendem Winde darf man dies Verfahren nicht anwenden, da die Soole sonst an der entgegengesetzten Seite abgetrieben wird. Es wird sich dann empfehlen, sogar nur die eine äufsere Fläche, die dem Winde zugekehrt ist, aber entsprechend stärker, zu betröpfeln.

Die Verdunstung ist immer am stärksten an den äufseren Flächen, was man auch aus der Besteinung der Dornen, dem abgesetzten Gyps, erkennen kann. Die 1,5 bis 2 *m* langen Dornreiser sind meist nur auf $^1/_3$ der Länge so dicht besteint, dafs sie fest zusammenhängen und dann zusammenhängend als Dornwacken ausgebrochen werden. Die nach innen zu gelegenen Stengel sind sehr wenig versteint.

Ein einmaliges Gradiren der Soole genügt meist nicht zur Anreicherung. Die herabgetröpfelte und in den Soolschiffen angesammelte Soole wird wiederholt auf das Gradirhaus gebracht, um von neuem herabzutröpfeln. Da dies gewöhnlich auf verschiedenen Teilen des Gradirhauses geschieht, so unterscheidet man hiernach die Zahl der Gradirfälle als 1., 2., 3. Fall u. s. w. Man wendet bis zu acht Fällen, gewöhnlich aber drei oder vier Fälle an. Bringt man die Soole wiederholt auf denselben Fall, so bezeichnet man dies als Repetiren der

Digitized by Google

Soole. Dies geschieht, wenn die Soole nach einmaligem Falle noch nicht die sonst im Durchschnitt erreichte Anreicherung erfahren hat, oder wenn die Soolschiffe und Soolbehälter noch so reichlich mit Soole gefüllt sind, dafs sie eine weitere Zuleitung von Soole nicht zulassen.

Die einzelnen Fälle haben verschiedene Ausdehnung, da das Volumen der Soole mit der Anreicherung immer geringer wird. Genau genommen sollte die Ausdehnung der einzelnen Fälle im Verhältnis zu der zu verdunstenden Wassermenge stehen, vergröfsert um das Verhältnis der abnehmenden Verdunstungsfähigkeit der Soole, die mit der Anreicherung der Soole geringer wird (s. S. 47 u. f.). Jedoch kommen für die Bemessung der Gröfse der Soolfälle noch andere Umstände in betracht. Man kann z. B., wenn viel Rohsoole zur Verfügung steht, auf dem ersten Falle bei weit weniger günstigem Wetter und sogar bei Frost gradiren, indem ein gröfserer Soolverlust hierbei nicht unwirtschaftlich ist, während bei den Fällen, wo reichere Soole aufgegeben werden mufs, der Soolverlust zu grofs sein würde und auf Frostwetter, wegen der in der Soole vorgehenden Zersetzungen, Rücksicht genommen werden mufs. Für die letzten Fälle hat man also weniger Gradirtage als für den ersten Fall, sie müssen also verhältnismäfsig gröfsere Fläche haben. Man wählt auch für die letzten Fälle zweckmäfsig etwas niedrigere Dornwände als für den ersten Fall, um den Soolverlust, der durch Abtreiben der Soole von den Wänden bei starkem Winde entsteht, zu vermindern.

Man unterscheidet nach den Fällen Soolen vom ersten, vom zweiten Falle u. s. w. oder Mittelsoolen, die vom letzten Falle nennt man dann Siede- oder Gutsoole.

Zu Dürrenberg wird die Gradirung in drei Fällen betrieben. Auf den ersten Fall gelangt eine 8- bis 9 *pzt.* Rohsoole, die unter gewöhnlichen Verhältnissen bis 11 *Pzt.* angereichert wird. Diese wird auf dem zweiten Falle bis zu 14 *Pzt.* und auf dem dritten Falle bis zu 18 oder 19 *Pzt.*, oder die Soole wird von 95 *kg* im Kubikmeter auf 120, 160, 210 *kg* angereichert. Die letzte Anreicherung bis zu 23 oder 24 *Pzt.* (270 bis 290 *kg*) geschieht durch Auflösen von Steinsalz. Das Verhältnis wechselt je nach Witterung und Jahreszeit. Die Wandflächen der 1821 *m* langen bis 10 *m* hohen Gradirhäuser sind auf eine Seite der Wand berechnet

für den	1. Fall	7400 *qm*,
„ „	2. „	4230 „
„ „	3. „	3400 „
	zusammen . .	15030 *qm*,
dazu	4. Fall für Steinsalzsoole .	1250 „

Darauf werden jährlich etwa 200000 *cbm* Soole mit 18800 *t* Rohsalz gradirt, wobei man etwa 93000 *cbm* Soole mit 17400 *t* Salz erhält, so dafs eine Wassermenge von etwa 107000 *cbm* jährlich verdunstet oder auf 1 *qm* Dornwandfläche nahezu 7 *cbm*, also eine Wasserwand

Digitized by Google

von der Höhe der Gradirwände und 7 *m* Dicke. Der Verlust an festen Teilen ist etwa 8 *Pzt.* der ganzen der Gradirung zugeführten Rohsalzmenge und beruht auf der Ausscheidung von Nebensalzen, besonders von Gyps, zum Teil auch auf Soolverlusten bei der Gradirung und in der Soolleitung.

Nimmt man an, dafs auf allen Fällen gleiche Mengen Wasser im Jahre auf 1 *qm* Wandfläche verdunsten, was infolge abnehmender Verdunstungsfähigkeit und geringerer Tröpfelzeit nicht völlig zutreffen kann, so werden bei obiger Einteilung der Fälle

auf dem 1. Gradirfalle etwa 48500 *cbm* Wasser,
„ „ 2. „ „ 27800 „ „
„ „ 3. „ „ 22500 „ „
„ „ 4. „ „ 8200 „ „

verdunsten und die Soole würde sich dabei von 95 *kg* im Kubikmeter

auf dem 1. Gradirfalle bis auf 122 *kg*,
„ „ 2. „ „ „ 158 „
„ „ 3. „ „ „ 195 „

anreichern.

Da der Rohsalzverlust dazu kommt, so wird diese Anreicherung im Durchschnitt nicht erreicht.

Man giebt den Gradirwerken eine möglichst freie hohe Lage, benutzt hohe Thalgehänge (Dürrenberg, Kösen) und hält die Umgebung frei von Gebäuden und Bäumen. Die auf freistehenden Bassins errichteten Dornwände liegen höher über dem Erdboden als die auf Erdreservoiren errichteten, so dafs erstere Bauart in dieser Beziehung vorteilhafter ist. Man mufs jedoch bei der Anlegung auch auf die Nähe der vorhandenen Betriebskräfte für die Soolhebung Rücksicht nehmen.

Um die Soole von dem Gewinnungspunkte (Schacht, Bohrloch) auf die Gradirwerke in die dort angebrachten Soolbassins zu leiten, pumpt man sie an der Gewinnungsstelle in einen noch etwas höher als die Oberbassins der Gradirwerke stehenden Soolkasten, der durch Röhren mit den Oberbassins verbunden ist. Man unterscheidet dabei die Fallröhren vom Soolkasten bis zum Erdboden, die Röhrenfahrt, die in die Erde gelegt ist, und die Steigröhren, die in die Oberbassins, gewöhnlich zunächst in den dortigen Kubicirungskasten führen. Um die Soole aus den Soolschiffen wieder auf das Gradirhaus und auf die einzelnen Fälle zu bringen, hat man auf dem Gradirhause selbst Windkünste angebracht, das sind durch Windmühlenflügel in Bewegung gesetzte Hub- oder Druckpumpen.

In Dürrenberg benutzt man zur Soolhebung für die Gradirung zwei vierflügelige Windkünste, eine kleinere mit einem Flügelkreise von 10,5 *m* Durchmesser und mit 4,97 *m* langen, 1,55 *m* breiten Flügeln, und eine grössere mit einem Flügelkreise von 19,6 *m* Durchmesser und 8,20 *m* langen, 2 *m* breiten Flügeln. An die kleinere Windkunst, die

Digitized by Google

im Durchschnitt 8, höchstens 12 Umdrehungen und Hübe in der Minute macht, sind zwei Druckpumpen mit 252 *mm* Kolbendurchmesser und 335 *mm* Hub angeschlossen. Die Saughöhe beträgt 4,1 *m*, die Druckhöhe 10,9 *m*, also die Förderhöhe im ganzen 15 *m*. Bei schwachem Winde wirkt sie nur einfach mit einer Pumpe, bei flottem Winde doppelt mit beiden Pumpen. Im ersteren Falle liefert sie 4,3 *cbm*, im letzteren Falle 8,6 *cbm* Soole in der Stunde, bei acht Umgängen in der Minute.

Die grössere Windkunst macht infolge einer Zahnradübersetzung durchschnittlich nur drei, höchstens fünf Hübe in der Minute. Sie treibt vier grössere und vier kleinere Druckpumpen, erstere mit 235 *mm*, letztere mit 157 *mm* Kolbendurchmesser bei 470 *mm* gröfstem Hub. Der Hub ist verstellbar, um ihn der Stärke des Windes anpassen zu können. Die Saughöhe ist $6^2/_3$ *m*, die Druckhöhe $6^2/_3$ *m*, die ganze Förderhöhe $13^1/_3$ m. Bei drei Umgängen in der Minute liefern die acht Pumpen 14 bis 15 *cbm* in der Stunde. Bei fünf Hüben liefern die Pumpen auf jeden Hub mehr und zusammen in einer Stunde 30 *cbm*.

Diese Windkünste leisten bei flottem Winde, der eine besonders starke Soolbespeisung der Gradirwände verlangt, gute Dienste, reichen aber für den laufenden Bedarf nicht aus, da die Gradirung auch bei ruhiger, trockener Luft betrieben werden muss. Man benutzt sie deshalb nur zur Aushülfe und setzt die gewöhnlich angewendeten Hubpumpen durch besondere Betriebsmaschinen, meist durch dieselben Maschinen, Wasserräder u. s. w., die für die Hebung der Rohsoole bestimmt sind, in Bewegung. Man brachte dabei früher die Pumpen an den Gradirwerken an und übertrug die Bewegung von der Betriebsmaschine auf die Pumpen durch lange Feldgestänge (Kösen, Dürrenberg). Da durch die Feldgestänge eine Menge Kraft verloren geht, so hat man später (z. B. in Dürrenberg) die Pumpen für die Gradirfälle mit in die über den Soolschächten stehenden Kunsttürme gelegt, denen man die Soole aus den Soolschiffen in besonderen Röhrenfahrten (erste, zweite Fallröhren u. s. w.) zuführt. Dort wird sie bis über das Niveau der Gradirhäuser gepumpt und gelangt dann in besondere Fallröhren und Röhrenfahrten, die sie durch Steigröhren an den Gradirhäusern in die Oberbassins der betreffenden Gradirfälle leiten. Diese Zusammenlegung des Pumpenbetriebes hat den grofsen Vorteil, dafs man nach Bedarf jede beliebige Soole auf den ersten, zweiten oder dritten Fall bringen kann, indem nur eine einfache Umstellung in den Gerinnen im Kunstturme genügt, um Soole auf dem einen oder anderen Fall zu repetiren oder auf einen neuen Fall zu bringen. Sie gestattet auch bei frischer Bedornung, Rohsoole auf den zweiten oder dritten Fall u. s. w. zu bringen, um diese mit der billigeren Rohsoole auszuwaschen, was zur Entfernung der Extraktivstoffe und zur Bildung eines ersten schwachen Gypsansatzes erforderlich ist und gewöhnlich nach frischer Bedornung 10 bis 14 Tage lang geschieht.

Digitized by Google

Einfluſs auf den Erfolg des Gradirens haben folgende Umstände.

a) Die Richtung der Gradirwände ist so zu wählen, daſs deren Seiten der günstigsten Windrichtung zugekehrt sind. Ost- und Südostwinde sind in Deutschland die trockensten und deshalb für die Gradirung günstigsten Winde, indessen herrschen West-, Südwest- und Nordwestwinde vor, die zwar weniger trocken, aber meist lebhafter sind als Ost- und Südostwinde und deshalb an dem Gradirerfolge den Hauptanteil haben. Kopfwinde, die den langen Flächen der Gradirhäuser parallel wehen, leisten wenig. Mäſsig bewegte trockene, senkrecht auffallende Winde leisten am meisten. Stärkere Winde fallen besser in spitzem Winkel auf, da sonst zur Vermeidung von Verlusten nur sehr schwach und nur auf der äuſseren Fläche belegt werden kann. Mehrere Häuser baut man in einer Reihe an einander, nicht neben einander, damit sich die Wände nicht decken. Gewöhnlich wählt man als Längsstreckung die Richtung von Norden nach Süden. Einfluſs haben auch die Höhe und Breite der Gradirwände, die Dossirung und die Neigung des Dornreisigs, der Lockerungszustand und die Beschaffenheit, die Verästelung des Dornreisigs. Breite Wände wird man lockerer aufbauen können, bei schmalen Wänden muſs man das Dornreisig dichter legen.

Betreffs der Höhe der Gradirwände ist zu berücksichtigen, daſs die Wände zur vollen Ausnutzung der Verdunstungsfläche entsprechend der Höhe stärker bespeist werden müssen. Bei übermäſsig hohen Wänden wird dann die Soole zunächst noch nicht genügend zerteilt sein und der Luft nicht in dem Maſse Zutritt gewähren, wie bei mäſsigerer Bespeisung. Wird aber mäſsig bespeist, so wird sich bei übermäſsig hohen Gradirwänden am Fuſse schon Salz am Dornreisig abscheiden, wodurch Salzverluste entstehen, aber auch die Verdunstungsfähigkeit nicht voll ausgenutzt wird. 9 bis 15 *m* für die Höhe der Wände werden als Grenzen für eine zweckmäſsige Höhe anzusehen sein. Mehr noch als die zweckmäſsige Belegung mit Soole kommt die Kostspieligkeit der Ausführung hoher Wände, um sie gegen Stürme widerstandsfähig genug zu machen, in betracht.

b) Die Betröpfelungsweise und die richtige Reihenfolge der Gradirarbeiten, das Maſs der zur Bespeisung zu verwendenden Soolmenge ist wichtig für den Gradirerfolg. Um die Wirkung der Gradirung beobachten zu können, bringt man an einzelnen Stellen besondere kleine Soolfänge unter den Wänden über den gewöhnlichen Soolfängen an und läſst die Soole von diesem Soolfang beständig in einen untergestellten hölzernen Soolbecher laufen, in den man von Zeit zu Zeit die Soolspindel eintaucht, um das Maſs der Anreicherung festzustellen und danach die Menge der aufzugebenden Soole, die Stellung der Hähne u. s. w. zu regeln.

Digitized by Google

Nach Bischof[1]) kann auf ein Bund (= 4,237 *lfd. Meter*) Dürrenberger Gradirwerk bei bester Gradirwitterung 600 *Kubikzoll* in der Minute und bei ungünstiger Witterung 200 *Kubikzoll* zur Bespeisung aufgegeben werden, wobei angenommen ist, dafs höchstens 7 *Pfd.* Wasser in der Minute auf ein Bund verdunsten. Es entspricht dies etwa einer Bespeisung von 1,6 und 0,54 *cbm* in der Stunde auf 100 *qm* Verdunstungsfläche, und bei 10 *m* hohen Gradirwänden auf 100 *lfde. Meter* Dornwand einer Bespeisung von mindestens 5,4 und höchstens 16 *cbm* in der Stunde. In diesem Verhältnis wird auch in der Regel die Bespeisung zur Nachtzeit gegen die Bespeisung zur Tageszeit stehen. Eine Verdunstung von 7 *Pfd.* in der Minute auf ein Bund (= 40 *qm*) entspricht einer Verdunstung von $5^1/_4$ *Liter* Wasser auf das Quadratmeter in einer Stunde. Da in Dürrenberg erfahrungsgemäfs höchstens 8 *cbm* auf das Quadratmeter Dornwand im Jahre in Verlust geraten, so würde sich die gesammte Betröpfelungszeit auf 1524 Stunden oder auf etwa 152 Tage mit je 10 Stunden günstigste Verdunstung umrechnen lassen.

In Dürrenberg steigt nach Beobachtung die Bespeisung des ersten Falles mit Rohsoole in 24 Stunden bis zu 1720 *cbm* für 7400 *qm* Verdunstungsfläche, das sind auf 100 *qm* in einer Stunde 0,97 *cbm* als höchste Durchschnittsleistung für einen Tag.

c) Die Beschaffenheit der zu gradirenden Soole und die zu erzielende Anreicherung. Völlige Sättigung der Soolen erreicht man bei der Gradirung nicht. Der Soolverlust würde schliefslich gröfser sein, als der Vorteil der letzten geringen Anreicherung. Man begnügt sich mit 23 oder 24 *Pct.* Rohsalzgehalt, oft auch mit weniger.

d) Die Witterung, besonders die Temperatur, die Dichtigkeit und der Feuchtigkeitsgrad, der Taupunkt der Luft, die Stärke und die Richtung des Windes. Bei anhaltendem Regen Nebel, Schnee, Sturmwind und bei Frost gradirt man nicht, bei Frost gradirt man nur etwa die ärmeren Soolen. In reicheren Soolen läfst Frost unter Verlust von Chlornatrium schwefelsaures Natrium entstehen, und die Soole reichert sich mit Chlormagnesium an (s. S. 77 u. 89). Dadurch wird das Sieden und die Ausscheidung des Kochsalzes, weil sich eine Salzhaut bildet, erschwert. Das Kochsalz nimmt Chlormagnesium auf und wird dann leicht feucht. Höhere Temperatur setzt die Salze nicht wieder zu ihrer ursprünglichen Verbindung um.

Reichen die Soolreservoire für den Winterbedarf der Siedung nicht aus, so gradirt man, besonders die ärmeren Soolen, auch im Winter (Königsborn, Dürrenberg).

Windstille bei Nacht, Morgen- und Abendnebel sind ungünstig für die Gradirung, so dafs man sie zu diesen Zeiten beschränkt oder gänzlich einstellt.

---

[1]) *Karstens Archiv, I. R.*, 1826, **11**, 238.

Digitized by Google

Die günstigsten Monate zum Gradiren sind Mai bis August. Im ganzen zählt man nur etwa 200 bis 260 Tage im Jahre, an denen mit Erfolg gradirt werden kann.

In Dürrenberg beobachtete man z. B. im Durchschnitt von drei auf einander folgenden Jahren

52 Regentage, 170 halbnasse Tage, 143 trockne Tage,

darunter 50 bis 60 Frosttage und im Durchschnitt nur 62 Tage mit günstigem Gradirwinde, an denen die Gradirung mit höchster Leistung ausgenutzt werden konnte. Belegt war die Gradirung dabei während einer Zeitdauer von 272 Tagen.

Um den Erfolg des Gradirens vergleichen zu können, macht man regelmäfsige Witterungsbeobachtungen. Man mifst und verzeichnet Temperatur, Regenmenge, Dunstsättigungsgrad der Atmosphäre, Windrichtung, Windstärke und dergl. Dazu hat man auf dem Gradirhause ein Observationszimmer eingerichtet. Hygrometrische Tafeln zur Bestimmung des Dunstsättigungsgrades hat G. Karsten berechnet[1]). Über die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf siehe den Abschnitt über Salztrocknung.

Die Vorgänge beim Gradiren sind folgende:

Die Soole tröpfelt an den Dornwänden herunter und wird von der Luft durchströmt. Dabei entweicht die freie und derjenige Teil der gebundenen Kohlensäure, welcher die unlöslichen einfach kohlensauren Salze als doppeltkohlensaure Salze löslich gemacht hat. Es scheiden sich deshalb an den Dornwänden kohlensaure Kalk- und Talkerde, kohlensaures Eisen- und Manganoxydul und geringe Mengen von Chlormetallen ab und überziehen die Dornen mit einer grauen oder, wenn Eisen vorhanden ist, infolge der Oxydation des Eisens (Eisenoxydhydrat) mit rötlich braun gefärbter Kruste. Sobald die Soole beim Verdunsten des Wassers genügend angereichert ist, scheidet sich Gyps in dem Mafse aus, als er seines Lösungswassers beraubt wird. Er setzt sich mit den vorher genannten Salzen an den Dornen ab und bildet den Dornstein, zum Teil fällt er auch als feiner Schlamm (Zunder, Sinter) mit der Soole auf die Verdecke der Soolschiffe, trübt die Soole und setzt sich bei ruhigem Stehen nach und nach zu Boden.

Die kohlensauren Salze setzen sich vorzugsweise auf den ersten Fällen, Gyps hauptsächlich auf den letzten Fällen ab, je nach der Beschaffenheit der Soole auch schon auf dem ersten Falle.

Die Löslichkeit des Gypses in Wasser erhöht sich bei Anwesenheit des Kochsalzes, nimmt aber bei zunehmendem Kochsalzgehalte ab, derart, dafs sich beim Abdampfen einer mit Gyps gesättigten schwachen Kochsalzlösung ein grofser Teil des Gypses ausscheidet, bevor Kochsalz ausfällt. Da in 100 *Tln.* einer gesättigten Kochsalzlösung noch 0,233 *Tle.* Gyps in Lösung gehalten werden, so kann durch die Gra-

[1]) *Karstens Archiv, II. R.*, 21, 49.

Digitized by Google

dirung eine völlige Reinigung der Soole von Gyps nicht erzielt werden. Alles aus gypshaltigen Soolen gewonnene Kochsalz hat deshalb Gypsgehalt. Nach Behne waren in 100 *g* einer 5 *pzt.*, bei 18,75° *C.* mit Gyps gesättigten reinen Kochsalzlösung 0,593 *g* wasserfreies schwefelsaures Calcium und 0,750 *g* Gyps mit zwei Äquivalenten Wasser gelöst, in einer mit Gyps gesättigten 25 *Pzt.* Kochsalz enthaltenden Soole 0,4713 und 0,596 *g* dieses Salzes gelöst. Danach löste sich 1 *Tl.* Gyps in 133,33 *Tln.* Kochsalzsoole von 5 *Pzt.* und in 167,78 *Tln.* Soole von 25 *Pzt.* Salzgehalt, wasserfreies schwefelsaures Calcium in 168,63 und 212,18 *Tln.* Durch schwefelsaures Magnesium und Chlormagnesium in den Salzsoolen wird die Löslichkeit des Gypses etwas erhöht, bei Anwesenheit von Chlorcalcium dagegen vermindert (s. S. 90 u. 91).

Wird der Dornstein an den Dornwänden stärker, so bietet er zwar zunächst für die herabtropfende Soole eine gröfsere Verteilungsfläche, indessen wird die Luft mehr und mehr gehindert, durch die Wände hindurch zu streichen, so dafs die Wirkung der Gradirung nach einigen Jahren bedeutend abnimmt. Von Zeit zu Zeit, etwa alle fünf bis zehn Jahre, ist eine Erneuerung der Dornwände nötig. Man vermeidet dabei, beide Hälften der Dornwand zugleich mit frischem Dornreisig zu belegen, da dann der Wind zu starken Durchtrieb erhält und die Soole zerstäuben und abtreiben würde. Man wartet dann mindestens zwei Jahre mit der Erneuerung der anderen Wandhälfte. Die der herrschenden Windrichtung zugekehrte Seite (gewöhnlich die Westseite) ist schneller versteint. Der Dornwechsel vollzieht sich hier in einer um ein oder zwei Jahre kürzeren Periode als auf der anderen Wandseite. Beim Dornwechsel reifst man das alte versteinte Dornreisig von oben nach unten aus der Wand, indem man es mit der Hacke lockert, bessert schadhaft gewordene Dornsäulen und Latten aus und legt die Dornen, wie oben (S. 553) beschrieben worden ist, von unten nach oben ein.

Die Anreicherung der Soole wächst nach jedem Falle in zunehmender Progression, die Menge des verdunsteten Wassers nimmt dagegen ab. Zu Kösen wurden früher mit vier Fällen auf 1 *qm* Dornwandfläche 10,31, 8,21, 6,86, 5,45 *cbm* Wasser verflüchtigt, bei einem Salzgehalt der den einzelnen Fällen zur Gradirung gegebenen Soole von 5,76, 8,44, 12,11 und 16,53 *Pzt.* Dem Gewichte nach beträgt die Verdunstungsmenge bei den gradirten Soolen, deren Zusammensetzung aus den Analysen (S. 568 u. 569) ersichtlich ist, auf 100 *kg* Salz (ohne Berücksichtigung des Salzverlustes und der Veränderung der Lötigkeit der Soole) in:

	Schönebeck (Elmen)	Dürrenberg	Kösen
1. Fall	293 *kg*	324 *kg*	976 *kg*
2. „	113 „	273 „	395 „
3. „	90 „	158 „	228 „
4. „	36 „	— „	106 „
	532 *kg*	755 *kg*	1705 *kg*

Digitized by Google

Der Salzverlust beim Gradiren ist beträchtlich und steigt bis 20 *Pzt.* Die Verluste entstehen durch Undichtigkeit der Soolbehälter und Soolleitungen, Zerstäuben und Wegwehen der Salztropfen bei starkem Winde und dadurch, dafs Salzteilchen im Dornstein eingeschlossen werden. Von Einfluſs auf die Gröſse des Verlustes ist die Höhe und Bauart der Gradirwerke, die Breite der Soolschiffe, die Richtung und Stärke des Windes. In den Rohsalzverlust ist aufserdem die Menge der an den Gradirwänden als Dornstein angesetzten Salze enthalten. Man findet den Rohsalzverlust, wenn man den Salzgehalt der gesammten Soole vor und nach der Gradirung vergleicht. In gleicher Weise ermittelt man den Flüssigkeitsverlust. Drückt man die Unterschiede in Prozenten vom Volumen der gradirten Soole und vom Rohsalzgehalte der Soole aus, so giebt der Quotient aus beiden Zahlen einen geeigneten Ausdruck zur Vergleichung des Nutzeffektes der Gradirung. Er nimmt ab bei gröſserem Salzverluste und wächst bei stärkerer Flüssigkeitsabnahme, also stärkerer Wasserverdunstung. Zu berücksichtigen ist dabei, dafs sich der Quotient nicht auf reines Kochsalz, sondern auf Rohsalz, also auf die in der Soole überhaupt enthaltenen Salze bezieht, jedoch auf reines Kochsalz zurückgeführt werden kann, wenn man die Menge des in dem Rohsalzverluste einbegriffenen Dornsteins, dessen Zusammensetzung zu ermitteln ist, abzieht.

Nach dem Durchschnitt einer längeren Periode betrug der Gradirverlust an Rohsalz in Prozenten des in der Rohsoole und des in der Siedesoole enthaltenen Salzes zu:

Schönebeck (Elmen)	16,54	und	19,81	*Pzt.*
Dürrenberg	19,90	„	24,84	„
Kösen	22,58	„	28,99	„
Neusalzwerk	25,06	„	33,45	„

Je reicher die Soole wird, desto mehr steigt der Salzverlust. Wird er so grofs, dafs er den Vorteil der weiteren Soolanreicherung aufhebt, so wird die Gradirung nicht fortgesetzt. Man gradirt gewöhnlich nur bis zu einer Anreicherung von 16 bis 20 *Pzt.* Bei der Gradirung schwacher Soolen auf dem ersten Falle hält man die Belegung der Dornwände mit Soole noch dann für vorteilhaft, wenn sich der Rohsalzgehalt in 1 *cbm* Soole bei einmaligem Falle auch nur um 5 *kg* anreichert. Bei der Belegung mit stärkerer Soole, also auf den zweiten dritten und letzten Fällen, fordert man mit Rücksicht auf den stärkeren Verlust auch eine stärkere Anreicherung von mindestens 10 bis 25 *kg* im Kubikmeter. Der erste Fall kann deshalb auch an weit mehr Tagen im Jahre belegt werden als die folgenden Fälle und besonders als der letzte Fall.

Zur Beurteilung der Leistung der Gradirwerke berechnet man die Menge des verdunsteten Wassers auf die Flächeneinheit der Dorn-

Digitized by Google

wand, z. B. auf das Quadratmeter. Dabei rechnet man nur eine Seite des Gradirwerkes, gleichviel ob es sich um einwandige oder mehrwandige Gradirhäuser handelt. Man hat dabei die erzielte Anreicherung zu berücksichtigen. Zweckmäfsig ist es, die Ergebnisse einer gröfseren Zeitperiode, z. B. von zehn Jahren, zusammenzuziehen. Ältere Ermittelungen dieser Art zeigen folgende Ergebnisse:

in	Die Gradirung erhielt Rohsoole mit Rohsalz	lieferte Siedesoole mit Rohsalz	verdunstete auf 1 *qm* Dornwandfläche an Wasser
	Pzt.	*Pzt.*	*cbm*
Schönebeck	12,06	25	7,23
Neusalzwerk	10,13	20,95	5,55
Dürrenberg	8,39	23	8,83
Kösen	5,05	25,40	11,40
Königsborn	4,47	16,22	8,42

Diese Zahlen liefern kein ausreichendes Bild von der Leistung der Gradirwerke. Zu berücksichtigen sind vielmehr auch das Verhältnis des Rohsalzverlustes und die Menge der der Gradirung unterworfenen Soole. Irrig ist es, sämmtliche Soolverluste der verdunsteten Wassermenge zuzurechnen, so dafs bei sehr mangelhaftem Gradirbetriebe die aus dem Verluste berechnete Verdunstungsmenge sehr grofs sein würde.

Besser läfst sich die Leistung der Gradirung beurteilen, wenn man die Zunahme an Rohsalz, die die gelieferte Siedesoole gegenüber der Rohsoole durch die Gradirung erhalten hat, auf die Flächeneinheit der Gradirwand berechnet. Erhält die Gradirung Rohsoole mit 95 *kg* Rohsalz im Kubikmeter und liefert 20000 *cbm* Siedesoole mit 195 *kg* Rohsalz, so beträgt die Rohsalzzunahme in der Soole $(195 - 95) \times 20000 = 2000000$ *kg* Rohsalz. Ist dieses auf einer Wandfläche von 20000 *qm* erzielt, so entfällt auf 1 *qm* Dornwand ein Rohsalzgewinn von 100 *kg*, und betrug die Betriebszeit 2000 Stunden, so entfällt auf die Stunde Betriebszeit und 1 *qm* Wandfläche ein Rohsalzgewinn von 0,05 *kg*, um den die Siedesoole angereichert ist.

Die Dorngradirung in Dürrenberg erhielt z. B. in einem Jahre aus Rohsoole, Mittelsoole und aufgelösten Siedeabfällen eine Soole mit 99,12 *kg* Rohsalz und lieferte bei 16280 *qm* einseitiger Dornwandfläche in 6371 Stunden Betriebszeit 102595 *cbm* Soole mit 191,64 *kg* Rohsalz im Kubikmeter. Der Rohsalzgewinn, der der Gradirung zu verdanken ist, betrug also $(191{,}64 - 99{,}12) \times 102595$ *kg* $= 9492000$ *kg*; auf 1 *qm* Dornwandfläche $\frac{9492000}{16280} = 583$ *kg* und in einer Stunde Betriebszeit 0,0915 *kg*. Mit diesen Zahlen läfst sich die Leistung verschie-

Digitized by Google

dener Gradirwerke, sowie die Leistung desselben Gradirwerks in den verschiedenen Jahreszeiten gut in Vergleich stellen. Beobachtungen und Berechnungen beim Gradirbetriebe in Dürrenberg ergaben für die Leistung *S*, das heifst den Zuwachs an Rohsalz in der Siedesoole gegenüber einer gleichen, der Gradirung zugeführten Menge Rohsoole für 100 *qm* Dornwandfläche und eine Stunde Tröpfelzeit in den einzelnen Monaten

des Jahres	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresdurchschnitt
1895 *kg*	9,00	2,47	3,69	9,16	11,48	13,87	19,64	15,48	12,19	6,21	5,16	5,61	9,15
1896 „	3,10	5,98	7,28	6,11	12,18	5,76	12,01	14,87	8,06	8,69	4,20	3,18	6,69
1897 „	6,03	4,59	9,70	7,26	9,08	11,78	11,94	11,21	7,12	6,54	4,38	3,09	6,88
1898 „	3,61	5,68	5,84	6,53	12,07	16,18	12,19	13,28	8,70	5,91	4,61	4,07	7,21

Die Produkte der Gradirung sind:

Siedesoole oder Gutsoole, Dornstein, Schlamm.

a) Die Siedesoole, Gutsoole, mit 16 bis 22 *Pzt.* Salzgehalt wird in gemauerten oder hölzernen Soolreservoiren, wo sie gegen Frost geschützt ist, aufbewahrt, um sich, bevor sie zum Versieden verwendet wird, zu klären. Zuweilen wird sie noch, wie in Dürrenberg, Neusulza, durch Steinsalz angereichert und über die Dächer der Soolreservoire geleitet, wo durch Dachgradirung im Sommer noch eine Anreicherung um 4 oder 5 *kg* Rohsalz im Kubikmeter erzielt wird. Heine hat die Veränderungen, die die Kochsalzsoolen beim Gradiren auf den verschiedenen Fällen erfahren, und die Zusammensetzung des sich absetzenden Dornsteins durch Analysen untersucht. Da indessen die in gemeinsamer Lösung befindlichen Salze mannigfache Wechselzersetzungen erleiden, so ist für die Zusammensetzung der einzelnen Bestandteile kein sicherer Anhalt gegeben (*Behne a. a. O.*, S. 142) Die folgenden Analysen geben die mutmafsliche Zusammensetzung bei gewöhnlicher Temperatur an.

Analysen von gradirten Soolen.

	$NaCl$	KCl	$MgCl_2$	$CaSO_4$	$MgSO_4$	K_2SO_4	Na_2SO_4	$CaCO_3$	SiO
Schönebeck									
Soole vom 1. Fall .	15,48	—	0,14	0,49	0,11	0,23	—	—	—
„ „ 2. „ .	19,09	—	0,15	0,46	0,23	0,28	—	—	—
„ „ 3. „ .	23,54	—	0,19	0,38	0,23	0,36	—	—	—
„ „ 4. „ .	25,16	—	0,63	0,17	0,61	0,55	—	—	—

Digitized by Google

	$NaCl$	KCl	$MgCl_2$	$CaSO_4$	$MgSO_4$	K_2SO_4	Na_2SO_4	$CaCO_3$	SiO_2
Kösen									
Soole vom 1. Fall .	8,52	—	—	0,54	0,22	0,06	0,05	0,01	—
„ „ 2. „ .	13,17	—	—	0,55	0,32	0,07	0,07	Spur	—
„ „ 3. „ .	19,89	—	—	0,38	0,46	0,10	0,15	Spur	—
„ „ 4. „ .	25,81	—	—	0,24	0,63	0,16	0,14	—	—
Salzuflen									
Mittelsoole	8,13	—	0,04	0,27	—	0,81		Spur	—
Gutsoole	15,70	—	0,10	0,14	—	0,93		—	—
Dürrenberg									
Rohsoole	7,59	—	—	0,57	0,05	0,08	—	0,013	0,002
Soole vom 1. Fall .	10,57	—	—	0,61	0,06	0,08	—	Spur	—
„ „ 2. „ .	15,74	—	—	0,58	0,08	0,14	—	Spur	—
„ „ 3. „ .	21,98	—	—	0,47	0,16	0,16	—	0,01	0,019
Artern									
Gradirte Salzthalsoole	22,446	—	0,353	0,373	0,235	0,303	—	—	—
Kötzschau									
Letzter Fall	18,407	—	—	0,197	0,814	0,261	0,447	—	0,01
Teuditz									
Letzter Fall	12,636	—	—	0,277	0,752	0,102	1,208	—	—

b) **Dornstein.** Dieser ist je nach den Bestandteilen der Soole und den Fällen verschieden zusammengesetzt und enthält auf den ersten Fällen gewöhnlich kohlensaures Calcium und kohlensaures Magnesium, auch schon schwefelsaures Calcium, ferner kohlensaures Eisen- und Manganoxydul mit Spuren von Chlormetallen, dann hauptsächlich schwefelsaures Calcium als Gyps. Er bildet eine grauweifse oder gelbliche, mehr oder weniger krystallinische Inkrustation der Dornspitzen. Beim Auswechseln der Dornen wird er von dem ausgebrochenen Dornreisig abgeklopft und gesiebt, oder besser auf einem Kollergange gemahlen und als **Düngegyps** verkauft, der wegen seines Kaliumgehaltes besonders für Kohlpflanzen und Hülsenfrüchte und bei einzelnen Bodenarten gute Wirkung hat. Im übrigen dient er auch als Material für Fufsgängerwege, die dadurch eine angenehme, gleichmäfsig feste, glatte Oberfläche erhalten. Die beim Ausbrechen in gröfserem Zusammenhange gewonnenen vorderen Teile der besteinten Dornwand werden als **Dornsteinwacken** zu Schmuckgrotten verwendet und das Kubikmeter mit 1,50 *Mk.* bezahlt. Dem Regen und Frost ausgesetzt, verlieren sie nach einiger Zeit den Zusammenhang.

Digitized by Google

Der Dornstein von den letzten Fällen ist reicher an gewässertem, schwefelsaurem Calcium als der von den ersten Fällen. Mechanisch eingeschlossen enthält der Dornstein auch etwas Chlornatrium. Die Thonerde mag im Dornsteine teils als Alaun, teils nicht als Salz vorhanden sein. Der Schönebecker Dornstein auf dem ersten Gradirfall ist sehr dünnschalig und versteint die Dornen wenig. Diese werden dann durch Verfaulen unbrauchbar.

Analysen von Dornstein nach Heine.

	$CaSO_4$	$Al_2 3SO_4$	K_2SO_4	Na_2SO_4	$CaCO_3$	$MgCO_3$	KCl	$NaCl$	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2
Schönebeck											
vom 1. Fall . . .	3,540	—	0,904	2,286	83,166	1,745	—	2,957	2,104	0,499	2,499
„ 2. „ . . .	95,322	—	0,756	0,087	1,497	0,275	—	1,669	0,094		0,300
„ 3. „ . . .	96,138	—	0,592	0,346	0,924	0,204	—	1,350	0,077		0,324
Artern	93,628	—	0,598	—	1,350	0,492	1,943	0,974	0,396		0,619
Dürrenberg											
vom 1. Fall . . .	97,444	0,555	0,586	0,197	0,612	0,125	—	0,155	0,136	—	0,190
„ 2. „ . . .	97,977	0,280	0,681	0,149	0,332	0,065	—	0,222	0,085	—	0,209
„ 3. „ . . .	98,748	—	0,398	—	0,113	0,084	—	0,438	—	—	0,219
Kösen		$MgCl_2$							Gebundenes Wasser		
vom 1. Fall . . .	75,03	—	0,07	—	3,41	—	0,48	0,20	20,39	0,15	0,27
„ 2. „ . . .	77,57	—	0,12	—	0,60	—	—	0,22	20,92	0,11	0,43
„ 3. „ . . .	76,72	0,10	0,24	—	0,54	—	0,27	0,83	20,91	0,07	0,15
„ 4. „ . . .	75,32	0,12	0,16	—	0,47	—	—	2,11	20,67	0,06	0,23
Werl	—	—	—	—	94,31	1,35	—	—	—	2,43	1,91
Nauheim	—	—	—	—	98,82	0,12	—	—	—	0,12	0,14

c) Schlamm setzt sich auf den Verdecken der Soolschiffe, in den Soolkandeln und Soolbehältern ab. Er ist ähnlich wie der Dornstein zusammengesetzt. Man hat darunter zuweilen eine zähe, graue Masse voller Blasen gefunden, die beinahe ganz aus lebenden, reines Sauerstoffgas in Menge abscheidenden Infusorien gebildet ist.

Beispiele für Gradiranlagen und Ergebnisse des Gradirbetriebes sind folgende.

1. Zu Elmen bei Schönebeck befindet sich eine Gradiranlage, aus acht zusammenhängenden einwandigen Gradirhäusern bestehend, mit 1825 *m* (fast $^1/_4$ Meile) langen, 10 bis 16 *m* hohen Wänden, die unten 4, 5, 7,5 und 8 *m*, oben 3, $4^1/_4$ und $5^1/_4$ *m* breit sind. Die einseitige Dornwandfläche beträgt 25 160 *qm*. Bei ungünstigem Wetter wird die Gradirung in vier Fällen, für gewöhnlich jedoch in drei Fällen betrieben, die folgende Wandflächen haben:

Digitized by Google

1. Fall = 10 658 *qm*,
2. „ = 8 025 „
3. „ = 6 477 „

In einem Jahre erhielt die Gradirung 364 363 *cbm* 116,845 kilogrammige Soole mit 42 574 000 *kg* Rohsalz und lieferte in 4889 Stunden Tröpfelzeit 179 658 *cbm* 229,792 kilogrammige Soole mit 41 284 000 *kg* Rohsalz. Die acht Soolbehälter fassen ungefähr 75 000 *cbm* Soole. Die Verflüchtigung auf 1 *qm* einseitiger Dornwandfläche hat 7,53 *cbm*, der Verlust an Rohsalz 3,3 *Pzt.* betragen. Die Regenhöhe in der Gradirperiode betrug 287 *mm*, die mittlere Temperatur in der Gradirperiode 12,21° *C.*, die Dunstsättigung der Atmosphäre 79,99 *Pzt.*, das Verhältnis der Verdunstung im frei stehenden Behälter zum Regen 1 : 0,32. Im Durchschnitt hatte man 258 günstige Gradirtage. Der Rohsalzgewinn (s. S. 567) in der oben gelieferten Menge Siedesoole berechnet sich auf 1 *qm* Dornwandfläche zu

$$\frac{(229{,}792 - 116{,}845) \times 179\,658}{25\,160} = 806{,}5\ kg$$

und auf eine Stunde Tröpfelzeit zu 0,165 *kg*.

Als die Gradirung in Elmen den für die Saline in Schönebeck erforderlichen Soolbedarf nicht mehr decken konnte, half man sich zunächst mit Auflösen von Steinsalz, später teufte man Bohrlöcher bis in das Steinsalzlager ab und gewann gesättigte Soole. Jetzt hat man durch den bei Schönebeck abgeteuften Steinsalzschacht ein Soolbergwerk eingerichtet, das unbegrenzte Mengen gesättigter Soole liefern kann, so dafs das Gradirwerk seine Bedeutung für den Salinenbetrieb verloren hat.

2. Die Saline Dürrenberg hat mehrere einwandige Gradirhäuser von zusammen 1821 *m* Länge und 16 280 *qm* einseitiger Wandfläche mit 9 bis 10 *m* hohen Dornwänden, aufserdem 9950 *qm* Dachfläche über den Soolreservoiren zur Dachgradirung.

	cbm
Die Soolreservoire fassen	53 000
und zwar für Roh- und Mittelsoole	17 000
für gradirte, durch Steinsalz anzureichernde Soole	10 000
für Siedesoole	26 000,

das ist ein Viertel des Jahresbedarfes der Kochsalzsiederei.

In einem Jahre empfing die Dorngradirung 238 250 *cbm* 94,4 kilogrammige Rohsoole mit 22 495 000 *kg* Rohsalz und lieferte 110 396 *cbm* 194,7 kilogrammige Soole mit 21 500 000 *kg* Rohsalz. Der Verlust an Rohsalz bei der Gradirung betrug 6,66 *Pzt.* der empfangenen Rohsalzmenge, die Verflüchtigung auf 1 *qm* Dornwandfläche 7,8 *cbm* im Jahre. Gradirt wurde während 6781 Stunden, also fast das ganze Jahr hindurch. Der erste Fall erhielt in der Tröpfelzeit auf die Stunde durchschnittlich 35 *cbm* Soole.

Digitized by Google

Durch die auf den Verdecken der Soolreservoire eingerichtete Dach- oder Pritschengradirung sind in 1890 Stunden bei einer Bespeisung mit 42,8 *cbm* in der Stunde aus 110 702 *cbm* der durch Steinsalz auf 273,979 *kg* im Kubikmeter angereicherten gradirten Soole mit 30 330 000 *kg* Rohsalz 108 552 *cbm* Siedesoole, 279,3 kilogrammig, mit 30 320 000 *kg* Rohsalz erzeugt worden, so dafs die Verflüchtigung 2150 *cbm*, auf 1 *qm* Dachfläche 0,216 *cbm*, der Verlust an Rohsalz 0,057 *Pzt.* ausmachte, der hauptsächlich auf ausgeschiedenen Gyps und Schlamm entfällt. An Wasser einschliefslich Soolverlust sind im Jahre 129 178 *cbm* verdunstet.

Der Rohsalzgewinn in der gradirten Soole ist dabei auf 1 *qm* Dornwandfläche

$$\frac{(194{,}7 - 94{,}4) \times 110\,396}{16\,280} = 680\,kg$$

und auf eine Stunde Betriebszeit 0,0998 *kg*, wobei diejenigen Teile der Wände, die zeitweilig infolge von Dornwechsel oder ungünstiger Witterung unbenutzt blieben, als mit in Betrieb stehend, berechnet sind.

3. Die Saline Königsborn bei Unna in Westfalen hat zweiwandige Gradirhäuser von insgesammt 2913 *m* Länge. Die Wände sind etwa 10 *m* hoch und sind in fünf Fälle geteilt. Davon haben der

1.	Gradirfall	eine	Länge	von	482 *m*	und	4 820 *qm*	Wandfläche,	
2.	„	„	„	„	813 „	„	8 130 „	„	
3.	„	„	„	„	651 „	„	6 510 „	„	
4.	„	„	„	„	531 „	„	5 310 „	„	
5.	„	„	„	„	161 „	„	1 610	„	
					275 „	„	5 500		
					zusammen		31 880 *qm*	Wandfläche.	

Die Gradirung erhielt in einem Jahre 235 951 *cbm* Rohsoole, 90,277 kilogrammig, mit 8,5 *Pzt.* oder 21 300 974 *kg* Rohsalz und lieferte bei 8640 Stunden Betriebszeit 81 497 *cbm* Siedesoole, 221,188 kilogrammig, mit 19,34 *Pzt.* oder 18 026 131 *kg* Rohsalz. Der Rohsalzverlust berechnet sich zu 17,53 *Pzt.*, die Wasserverflüchtigung auf 1 *qm* Dornwandfläche zu 4,97 *cbm* im Jahre.

Der Rohsalzgewinn in der Siedesoole auf 1 *qm* Dornwandfläche berechnet sich zu

$$\frac{(221{,}188 - 90{,}277) \times 81\,497}{31\,880} = 334\,kg$$

oder in einer Stunde Betriebszeit auf 0,0387 *kg*.

Die Soolbehälter fassen 71 470 *cbm*, darunter 15 600 *cbm* für Siedesoole.

4. Zu Sooden an der Werra ist das einwandige, aus mehreren getrennten Häusern bestehende Gradirwerk 748 *m* lang und hat für den

Digitized by Google

1. Fall	2114 *qm*	einseitige	Wandfläche,
2. und 3. Fall	3149 „	„	„
4. Fall	1179 „	„	„
zur Reserve	452 „	„	„
zusammen . .	6894 *qm*	Wandfläche.	

Der erste bis vierte Fall sind etwa 10 *m*, der Reservefall 5,5 m hoch. Die aus zwei Bohrlöchern stammende Soole ist 10prozentig.

Die Gradirung erhielt in einem Jahre 40 153 *cbm*, 107,7 kilogrammige Rohsoole mit 4 324 394 *kg* Rohsalz und lieferte 12 286 *cbm*, 288,59 kilogrammige Siedesoole (einschliefslich Mittelsoole) mit 3 545 588 *kg* Rohsalz. In $254^{5}/_{24}$ Tagen = 6101 Stunden Betriebszeit verflüchtigten 4,03 *cbm* Wasser. Der Rohsalzverlust betrug 18,48 *Pzt.* Der Rohsalzgewinn berechnet sich auf 1 *qm* Dornwandfläche zu 322 *kg*, auf eine Stunde Tröpfelzeit zu 0,0528 *kg*. Die Soolbehälter fassen 12 360 *cbm* Soole.

Ermittelung der Kosten für Steinsalzauflösung und Gradirung. Bei der Beurteilung der Frage, ob es vorteilhafter sei, Soole durch Steinsalzauflösung oder durch Gradirung anzureichern, kommt es darauf an, zu welchem Preise Steinsalz an der Verwendungsstelle geliefert werden kann. Die Einrichtungen für die Steinsalzauflösung sind weit billiger herzustellen, erfordern nur einen kleinen Raum, wenig Unterhaltungs- und Aufsichtskosten. Hat man die anzureichernde Rohsoole am Soolschachte oder an den Soolbohrlöchern auf ein höheres Niveau gepumpt, so fliefst sie ohne weitere Hebevorrichtung durch die Lösekasten bis in das Reservoir, wo sie aufbewahrt werden soll und von dem aus die Siedepfannen gespeist werden, wenn man die Anordnung so trifft, dafs Pfanne, Soolbehälter, Auflöseanstalt etagenweise über einander liegen. Diese Anordnung ist da zweckmäfsig und ausführbar, wo die Auflöseanstalt neben dem Steinsalzförderschachte liegt, so dafs das geförderte Steinsalz von der hoch gelegenen Hängebank aus in die Auflösekasten gestürzt werden kann (Heilbronn). Mufs man das Steinsalz von einem entfernten Orte auf der Eisenbahn beziehen, so wird man die Auflösekasten zu ebener Erde neben das Bahngeleise legen, um sogleich aus dem Eisenbahnwagen in die Kasten entladen zu können. Dann ist in der Regel die Soole noch in das höher gelegene Reservoir oder von dem tief liegenden Reservoir in die Pfanne zu pumpen. Bei Steinsalzauflösung wird man nur ein kleineres Soolreservoir, das für einen achttägigen Bedarf ausreicht, nötig haben, bei Gradirbetrieb ist mit Rücksicht auf die geringe Leistung der Gradirung im Winter eine dem Bedarf von zwei bis drei Monaten entsprechende Soole unterzubringen.

Die Gradiranlagen erfordern eine grofse Grundfläche, was nur da nicht in Rechnung fällt, wo grofse unbenutzte Grundstücke zur Verfügung stehen. Die wiederholte Beförderung der Soole auf die einzelnen Fälle erfordert eine gröfsere Anzahl Soolpumpen, die Bedienung

Digitized by Google

der ausgedehnten Gradiranlagen und der Soolpumpen bedeutende Kosten. Um Raum und die Kosten für Grunderwerb zu sparen, wird man die Dornwände auf die in die Erde zu legenden Soolbehälter stellen. Bei günstiger hoher Lage der Gradirhäuser wird dann die Soole aus den Erdreservoiren ohne Zwischenhebung den Siedepfannen zugeleitet werden können (Dürrenberg). Bei der folgenden Kostenberechnung sollen die Kosten der Soolhebung am Gewinnungspunkte bis auf ein höheres Niveau, von dem aus die Soole der Auflöseanstalt oder den Oberbassins der Gradirwerke zufliefst, und bei der Auflöseanstalt etwaige Kosten des Grunderwerbes aufser Berechnung bleiben, ferner soll aufser Ansatz bleiben, ob eine nochmalige Hebung der fertig gestellten Soole aus dem Reservoire in die Siedepfanne nötig ist, da diese Kosten bei beiden Einrichtungen gleich sind.

I. Bei der Auflöseanstalt kommen in betracht:

1. Die Anlagekosten der Anstalt und deren laufende Unterhaltung. Bei 50jährigem Bestande der Anstalt können Amortisation, Verzinsung und laufende Unterhaltung mit 15 *Pzt.* der Anlagekosten in Rechnung gestellt werden.

2. Die Kosten des Steinsalzes mit Fracht.

3. Die Kosten des Abladens aus den Wagen in die Lösekasten und deren Reinigung. Die Aufsicht wird im Nebenamte bewirkt und bleibt unberücksichtigt.

Die Kosten der Anfuhrgeleise bleiben unberücksichtigt, da diese zugleich für die Abfuhr der Salinenprodukte dienen.

Um 50 000 *cbm* Siedesoole mit 295 *kg* Rohsalz im Kubikmeter aus einer Rohsoole mit 95 *kg* Rohsalz durch Auflösen von Steinsalz herzustellen, müssen 200 × 50 000 = 10 000 000 *kg* Rohsalz der Soole zugeführt werden. Bei 10 *Pzt.* Rückstand und Auflöseverlust sind dazu 11 111 111 *kg* Steinsalz erforderlich. Um diese zu lösen, genügt eine Anstalt mit zehn Lösekasten zu je 4 *qm*, 1,5 *m* tief, und zwei Klärkasten, wofür ein Kostensatz von 6000 *Mk.* anzunehmen ist.

Es betragen 15 *Pzt.* des Anlagekapitals	900 *Mk.*
100 *kg* Steinsalz am Gewinnungsorte 40 *Pf.*, also 11 111 111 *kg* . =	44 445 „
Fracht für 100 *kg* Steinsalz 25 *Pf.*, also für 11 111 111 *kg* = . . .	27 778 „
Abladen des Salzes und Reinigen der Kasten, Abfuhr des Schlammes und der sonstigen Rückstände für 100 *kg* Steinsalz 2 *Pf.*, also für 11 111 111 *kg* = ...	2 222 „
zusammen . .	75 345 *Mk.*

Für 1 *cbm* also rund 1 *Mk.* 50 *Pf.*, wenn das Steinsalz frei bis zur Auflöseanstalt 65 *Pf.* auf 100 *kg* kostet. Kann es am Gewinnungsorte zum Selbstkostenpreise von 35 *Pf.* verwendet werden, so wäre der Kostenaufwand 42 011 *Mk.* oder für 1 *cbm* Soole 84 *Pf.*

II. Bei der Gradirung sind zu berechnen:

1. Anlagekosten der Gradirwerke mit Soolbehältern.

Digitized by Google

2. Anlagekosten der Einrichtungen für vermehrte Rohsoolhebung, da eine gröfsere Menge Rohsoole als für die Auflöseanstalt gehoben werden mufs.

3. Laufende Unterhaltung der Anlagen, Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten.

4. Kosten der Soolhebung auf die einzelnen Fälle.

5. Bedienung der Gradirwerke.

Auf 1 *qm* Dornwandfläche lassen sich unter Berücksichtigung aller Verluste jährlich 600 *kg* Rohsalz in die Siedesoole einführen. Es sind deshalb für 10000000 *kg* Rohsalz in 50000 *cbm* Siedesoole $\frac{10000000}{600}$ = 16667 *qm* Dornwandfläche nötig, oder bei einer 10 *m* hohen Dornwand 1667 laufende Meter, rund 1700 laufende Meter Gradirwerk.

100 laufende Meter 10 *m* hoher Gradirwerke kosten mit Oberbassin für die Hälfte der Länge, Verteilungsrinnen für die andere Hälfte, und Unterbassin nebst Tröpfeleinrichtung 48000 *Mk.*, 1700 laufende Meter also	816000 *Mk.*
Die Gradirung wird in vier Fällen betrieben und jeder der drei ersten Fälle erhält eine Windkunst mit je vier Druckpumpen zu 5000 *Mk.*	15000 „

Bei wiederholter Hebung auf die einzelnen Fälle sind etwa 480000 *cbm* Soole 12 *m* hoch zu heben.

Zu 50000 *cbm* Siedesoole von 295 *kg* sind bei etwa 11 *Pzt.* Rohsalzverlust rund 175000 *cbm* Rohsoole mit 95 *kg* Rohsalzgehalt erforderlich und auf den ersten Gradirfall zu heben.

Es kommen also auf den

1. Gradirfall	175000 *cbm*,
2. „	135000 „
3. „	100000 „
4. „	70000 „
zusammen . .	480000 *cbm*.
Davon hebt jede Windkunst[1]) 5000 *cbm*	15000 „
Abzurechnen sind 50000 *cbm*, die auch für die Auflöseanstalt zu heben wären, also	50000 „
und es bleiben . .	415000 *cbm*

zu heben, an günstigen Gradirtagen in der Stunde bis zu 200 *cbm*. Es sind für die einzelnen Fälle vier verschiedene Pumpwerke mit den erforderlichen Hin- und Rückfahrten nötig.

Dazu dient, wenn Wasserkräfte nicht verfügbar sind, eine Dampfkesselanlage zu zwei Kesseln	18000 *Mk.*
Vier Soolpumpen für Dampfbetrieb zu 3500, 3000, 2500 und 2000 *Mk.*	11000 „
Soolleitungen zu den einzelnen Fällen	9000 „
zusammen . .	38000 *Mk.*

[1]) Bei $4^1/_6$ *cbm* in der Stunde und 50 Betriebstagen.

Digitized by Google

Soolbehälter für 10000 *cbm* Soole, für 1 *cbm* 10 *Mk.* = 100000 *Mk.*
Zu berechnen ist:

1.	Auf Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals für die Gradirhäuser und die Soolbehälter 5 *Pzt.* von 816000 + 100000 . . . . . =	45800 *Mk.*
2.	Desgl. für die Windkünste bei 20jähriger Dauer 8 *Pzt.* von 15000 *Mk.* . . . . . =	1200 „
3.	Desgl. für die übrige Soolhebung 8 *Pzt.* von 38000 *Mk.* . =	3040 „
4.	An Unterhaltungskosten für die Gradirwerke mit Bedornung das laufende Meter 6 *Mk.* . . . . . =	10200 „
5.	Desgl. für Soolhebeeinrichtungen 5 *Pzt.* von 53000 *Mk.* . =	2650 „
6.	Löhne für die Bedienung der Gradirwerke, Kessel und Soolpumpen, acht Mann zu je 900 *Mk.* . . . . . =	7200 „
7.	Dampfkesselheizung . . . . . =	6000 „
	zusammen . .	76090 *Mk.*

Es kostet dann 1 *cbm* Soole rund 1,52 *Mk.*

Für die Gradiranlage würde eine Fläche von etwa 30 *m* Breite und 1720 *m* Länge oder rund 5 *ha* zu erwerben sein. Bei einem Kaufpreise von 4000 *Mk.* für das Hektar wären dies 20000 *Mk.* 4 *Pzt.* Verzinsung sind jährlich 800 *Mk.* oder auf 1 *cbm* Soole 1,6 *Pf.* Die ganze Kostensumme beträgt demnach 76890 *Mk.* und es kostet dann 1 *cbm* Soole 1,54 *Mk.*

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich, dafs das Steinsalz an der Verwendungsstelle nicht mehr als höchstens etwa 65 *Pf.* für 100 *kg* kosten darf, wenn es gegenüber den Gradiranlagen mit Vorteil zur Soolbereitung verwendet werden soll.

Die Einrichtung für die Soolhebung auf die einzelnen Gradirfälle wird man zweckmäfsig in die Nähe des Gradirhauses, da, wo erster und zweiter Gradirfall zusammenstofsen, legen, um für die gröfsten Soolmengen möglichst kurze Röhrenfahrten anwenden zu können, während dann nur die für den dritten und vierten Fall bestimmte Soole einer längeren Leitung bedarf. Man wird dann von 1700 *m* Gradirhaus 510 *m* für den ersten Fall, 450 *m* für den zweiten, 400 *m* für den dritten und 350 *m* für den vierten Fall benutzen.

Zweckmäfsiger Weise wird man sich so einrichten, dafs man in der ungünstigeren Jahreszeit leichtere Soole auf sämmtlichen Fällen gradiren kann, um die Flächen in der Zeit nicht unbenutzt zu lassen, wo die Gradirung schwererer Soolen unvorteilhaft sein würde. In der günstigen Jahreszeit wird man dementsprechend mehr Fläche für die aufgesammelten reicheren Mittelsoolen verwenden.

Günstiger liegen die Verhältnisse für den Gradirbetrieb, wo bereits Anlagen vorhanden sind, nicht voll ausgenutzte Wasserkräfte und Pumpwerke zur Verfügung stehen, und es sich nur um die Frage handelt, ob die Gradiranlagen zu erweitern sind oder eine Auflöseanstalt gebaut werden soll. Dann wird der Steinsalzpreis noch geringer sein

Digitized by Google

müssen, um die Steinsalzauflösung vorteilhaft gegenüber dem Gradirbetriebe erscheinen lassen zu können. Man wird dann immerhin Vorteil haben, wenn man den Gradirbetrieb auf die günstigere Jahreszeit beschränkt und statt kostspieliger Soolreservoire für den Winterbedarf eine Auflöseanstalt für Steinsalz baut, um den Bedarf im Winter mit Steinsalzsoole zu decken.

In welchem Verhältnis die Leistung der Gradirung im Sommer gegenüber der Leistung im Winter steht, ersieht man daraus, dafs z. B. in einem nicht sonderlich günstigen Jahre in Dürrenberg die Gradirung in der Zeit vom 1. April bis 31. Oktober bei 183 Betriebstagen auf das Quadratmeter Dornwandfläche 415 *kg* Rohsalz leistete, auf einen Tag also etwa 2,3 *kg*, in der Zeit vom 1. November bis 31. März bei 137 Betriebstagen nur 149 *kg* Rohsalz oder auf einen Betriebstag nur 1,1 *kg*, also weniger als die Hälfte und auf die ganze Winterzeitperiode nur etwa ein Drittel der Sommerleistung.

Billiger berechnen sich die Kosten der Steinsalzauflösung bei Steinsalzwerken, wenn man lediglich berücksichtigt, welche Mehrkosten dem Betriebe durch die Gewinnung von Steinsalz und der daraus für die Siederei bereiteten Soole erwachsen.

Die Kosten der Gewinnung und Förderung des Steinsalzes bis zu den Auflösekasten werden 30 *Pf.* für 100 *kg* nicht übersteigen. Obige Berechnung der Gewinnungskosten von 50000 *cbm* Soole wird dann für 1 *cbm* 73 *Pf.* ergeben, und da aus 1 *cbm* Soole etwa 300 *kg* Salz gewonnen werden, so kosten 100 *kg* Salz in der Soole 24,3 *Pf.*

Billiger freilich ist das Salz in gradirten Soolen, wenn man Verzinsung und Amortisation vorhandener Anlagen nicht in Rechnung zu stellen hat. Es fallen dann etwa $^2/_3$ des oben berechneten Betrages weg, so dafs auf 1 *cbm* gradirter Soole nur etwa 52 *Pf.* entfallen und 100 *kg* Salz in der Soole nur 17,3 *Pf.* kosten. Steht Wassertriebkraft statt Dampfkraft zur Verfügung, so ermäfsigen sich die Kosten noch mehr.

Obige Berechnung hat zur Voraussetzung, dafs man eine Soole von etwa 9 *Pzt.* Salzgehalt verwendet, die auf 23 bis 24 *Pzt.* angereichert werden soll. Das Verhältnis gestaltet sich günstiger für die Gradirung, wenn man noch etwas reichere Soolen zur Verfügung hat und die Anreicherung weniger weit, etwa nur bis auf 19 oder 20 *Pzt.*, bringen will, dagegen ungünstiger für die Gradirung, wenn man ärmere Soolen verwenden oder die Anreicherung bis zur Sättigung treiben will. Mit der Menge des zu verdunstenden Wassers wächst die erforderliche Gradirwandfläche, mit der Anreicherung der Salzverlust und damit ebenfalls die Flächenausdehnung, wenn eine gleiche Menge Soole beschafft werden soll.

Wie viel Wasser aus Soolen von verschiedenem Prozentgehalte bis zur Anreicherung auf 26 *Pzt.* bei Annahme von 10 *Pzt.* Rohsalzverlust zur Gewinnung von 10000 *cbm* Soole zu verdunsten und wie viel

Digitized by Google

Gradirwandfläche dazu erforderlich ist, zeigt folgende Zusammenstellung. Für die Berechnung der Gradirwandfläche ist die abnehmende Verdunstungsfähigkeit berücksichtigt.

Verdunstungsfähigkeit		Die im Jahre verfügbare Gradirzeit	Die Verdunstungsmenge an Wasser auf 1 *qm* Wandfläche bei Anreicherung bis zu 26 *Pzt.*
bei Wasser	= 1	300 Tage	9 *cbm*
„ 5 *pzt.* Soole	= 0,8768	275 „	7,3 „
„ 10 „ „	= 0,7780	250 „	6,0 „
„ 15 „ „	= 0,7044	225 „	5,0 „
„ 20 „ „	= 0,6583	200 „	4,3 „
„ 25 „ „	= 0,6429		

Prozentgehalt der auf 26 *Pzt.* anzureichernden Soole	Auf 1 *kg* Salz sind enthalten Wasser	Um 10000 *cbm* Soole mit 26 *Pzt.* Salz zu erhalten, sind zu verflüchtigen Wasser	Es verflüchtigen auf 1 *qm* Dornwand Wasser	An Gradirwandfläche sind erforderlich
	kg	*cbm*	*cbm*	*qm*
1	98,947	330 400	11,0	30 040
2	49,057	158 900	10,5	15 130
3	32,332	101 400	10,0	10 140
4	23,995	72 700	9,5	7 440
5	19,000	55 500	9,0	6 170
6	15,660	44 000	8,6	5 120
7	13,283	35 900	8,2	4 380
8	11,498	29 700	7,9	3 760
9	10,110	25 000	7,6	3 290
10	9,000	21 200	7,3	2 900
11	8,091	18 000	7,0	2 570
12	7,332	15 400	6,7	2 300
13	6,6923	13 200	6,4	2 060
14	6,1426	11 300	6,2	1 820
15	5,6657	9 690	6,0	1 615
16	5,2498	8 260	5,8	1 420
17	4,8823	7 000	5,6	1 250
18	4,5555	5 880	5,4	1 090
19	4,2633	4 870	5,2	940
20	4,0002	3 970	5,0	790
21	3,7618	3 150	4,8	660
22	3,5454	2 400	4,6	520
23	3,3466	1 720	4,5	380
24	3,16654	1 100	4,4	250
25	2,99998	530	4,3	125
26	2,84609	—	—	—

Digitized by Google

Eine Tabelle über das Verdunstungsverhältnis verschiedenprozentiger Soolen bei der Anreicherung auf höhere Prozentgehalte giebt *J. A. Bischof* in *Karstens Archiv* 1823, 7, 9 (s. S. 48 u. 49). Formeln für die Berechnung der Länge der Gradirwerke und der Verdunstungsfläche der einzelnen Fälle haben *J. A. Bischof* und *Frank* aufgestellt (*Karstens Archiv* 1826, 11, 211; 1825, 9, 188).

Die Bedenken gegen die Errichtung von Gradirwerken und die Verwertung leichterer Quellsoolen liegen darin, dafs in unbegrenzter Weise gesättigte Steinsalzsoolen billig gewonnen werden können, die Produktionsverhältnisse und der Salzpreis deshalb zu geringe Stetigkeit erwarten lassen, um solch bedeutende Anlagekapitalien aufzuwenden, die sich erst in einem Zeitraume von 100 Jahren aus den Jahresgewinnen amortisiren lassen und möglicherweise durch Konkurrenz wertlos werden könnten. Wo Salzgewinnung und Salzhandel Staatsmonopol sind, würden gegen die Verwendung von Mitteln zur Errichtung von Gradiranlagen weniger Bedenken bestehen.

Einen Vergleich der Kosten der Soolbeschaffung durch Gradirung, durch Steinsalzauflösung und durch Soolbohrlöcher liefern die in Schönebeck gesammelten Erfahrungen [1]).

Es kosteten 100 *kg* Rohsalz in der Siedesoole:

1. so lange ausschliefslich gradirte, von 7,398 *Pfd.* oder 11,05 *Pzt.* auf 17,151 *Pfd.* oder 23,51 *Pzt.* angereicherte Soole versotten wurde:

a) bei der Soolförderung	10,1 *Pf.*,
b) bei der Gradirung	8,3 „
zusammen . .	18,4 *Pf.*
dazu Kosten für Dornwechsel	5,8 „
zusammen . .	24,2 *Pf.*

ohne Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, und
später, als kein Dornwechsel mehr stattfand, 19,6 *Pf.*

2. beim Auflösen von Steinsalz . . . . . 41,1 *Pf.*,

3. in einer 18,4pfündigen = 24,96 *pzt.* Bohrlochsoole 8,1 „

also nicht halb so viel, wie bei gradirter Soole, wozu noch der Vorteil einer höheren Anreicherung der Soole kommt, und nur $^1/_5$ der Kosten bei Verwendung von Steinsalz.

Die Anlagekosten für fünf Bohrlöcher, von denen das ergiebigste vier Kubikfufs in der Minute, oder 7,42 *cbm* in der Stunde lieferte, betrugen 686622 *Mk.* Bei 5 *Pzt.* Verzinsung und Amortisirung in 20 Jahren fällt auf das Jahr eine Last von 55000 *Mk.* Im Durchschnitt von 15 Jahren lieferten die Bohrlöcher jährlich 41080710 *kg* Rohsalz. Die Kosten der Verzinsung und Amortisirung betragen danach auf 100 *kg* 13,3 *Pf.* Die Gesammtkosten von 100 *kg* Rohsalz danach 21,4 *Pf.*, also immer noch weniger als bei gradirter Soole, wenn regelmäfsiger Dornwechsel stattfindet.

[1]) *Mehner, Pr. Z.* 1876, 24, 11.

Digitized by Google

B. Salzgewinnung.

1. Gewinnung von Kochsalz aus Salzseen.

In vielen Ländern der Erde wird Kochsalz aus Salzseen gewonnen. In Rufsland entfällt ein Hauptteil der jährlichen Salzproduktion auf das aus Seen gewonnene Salz. Im Gouvernement Astrachan bergen die vielen salzigen Seen einen unermefslichen Vorrat an nutzbarem Salz.

Aus dem Eltonsee (s. S. 275) wurden früher jährlich gegen 16 500 *t* Salz gewonnen.

Nach *Göbel* enthielt das aus dem See gewonnene Kochsalz:

Chlornatrium	96,59 *Pzt.*,
Chlorkalium	0,04 „
Chlormagnesium	0,13 „
Gyps	1,01 „
Andere Beimengungen	0,37 „
Wasser	1,87 „

Seit 1882 ist die Salzgewinnung dort eingestellt. Schon seit den 70er Jahren ist sie mehr und mehr auf den Baskunčaksee am Bogdoberge übergegangen, wo 1890 gegen 13000000 *Pud* (213000 *t*) Salz gewonnen wurden. Der See ist im Sommer trocken. Das Salz, eine 6 bis 8 *m* starke Bank, mufs durch Sprengarbeit losgebrochen werden. Das obere ausgebeutete Salzlager enthält gegen 680000000 *t* Salz von sehr reiner Beschaffenheit.

In den Salzseen vollzieht sich die Salzabsonderung von selbst und die Gewinnung ist einfach. In der heifsen Jahreszeit, wenn das Wasser verdunstet, setzt sich das Salz ab. Es bilden sich an der Oberfläche kleine ungleichmäfsige kubische Krystalle, die sich vereinigen und bei genügender Schwere zu Boden sinken. Sie bleiben an den vorragenden Unebenheiten des Grundes hängen und bilden an flacheren Stellen, besonders am Rande, beim Zurücktreten des Wassers eine Kruste. Die Seefläche erhält dadurch ein winterliches Aussehen und erscheint wie mit Schnee bedeckt. Der Hauptsalzniederschlag erfolgt bei der Abkühlung des Seewassers in den Abendstunden und während der Nacht. Je nach dem Sättigungsgrade der Soole, dem Klima und der Temperatur, die die Soole am Tage erreicht, setzen sich dickere oder dünnere Schichten von verschiedener Reinheit ab. Am stärksten sind die Niederschläge in der Mitte der Seen, an den tiefsten Stellen. Mit den Salzablagerungen wechseln Thon und Sandlagen, indem sich zur nassen Jahreszeit die oberen Teile der Salzschichten wieder auflösen, die einmündenden Bäche dann aber viel Schlamm (*Batkak*) mitführen. Dieser Schlamm ist schwarz und stinkend, so dafs man einen laugenhaft modrigen Geruch wahrnimmt, wenn man sich den Salzseen nähert. Die Dicke der Schlammschichten wechselt zwischen $^1/_4$ *Werschok* (= 0,011 *m*)

Digitized by Google

und $^3/_4$ *Arschin* (= 0,53 *m*). Unter dem Batkak liegt die sogenannte Wurzel oder der Schädel (*Koren* oder *Tscherep*), der aus schwefelsaurem Natrium, schwefelsaurem Magnesium und etwas Chlornatrium, Chlormagnesium und Schlamm besteht und eine graue oder bläuliche Farbe hat. Er wechselt mit dem Batkak bis in unbekannte Tiefe und wird je tiefer desto fester und dunkler.

Das neu abgelagerte Salz ist locker und zerfliefst an der Luft. Es kann seines bitteren Geschmackes wegen nicht als Speisesalz verwendet, mufs vielmehr von den niedergeschlagenen Bittersalzen gereinigt werden, was durch die im folgenden Frühjahr zufliefsenden Regen- und Schneewasser geschieht, sowie durch das Seewasser selbst. In sehr heifsen, trockenen Sommern verdampft das Wasser mitunter vollständig, was nicht erwünscht ist, da es dann an Flüssigkeit zum Reinigen des Salzes von Schlamm und Bittersalz fehlt. Das Salz ist reif, wenn es durch Wasser, Luft und Lauge von dem beigemengten Bittersalz (*Pikotje*) befreit und fester geworden ist. Die Lauge (*Rapa*) steht zu Anfang des Frühjahrs $1^1/_2$ *Arschin*, mitten im Sommer $^1/_2$ *Arschin* hoch über dem Salze, so dafs der See dann ohne Gefahr durchwatet werden kann. Die aus Regen-, Schnee- und Bachwasser zusammengeflossene Rapa fühlt sich fettig an, ist farblos, trübe und ätzend. Sie enthielt nach *Göbel* bei zwei Seen folgende Salze:

Chlornatrium	10,5387	13,9997
Chlormagnesium	9,9124	5,4349
Schwefelsaures Magnesium . .	8,2201	—
Schwefelsaures Calcium	—	0,0280
Chlorkalium	—	0,1992
Brommagnesium	—	0,0065

Gewöhnlich setzt sich jedes Jahr Salz ab. Im Eltonsee blieb es in 104 Jahren von 1747 bis 1851 nur einmal (1776) bei einem sehr regnerischen kühlen Sommer aus.

Ist das Salz reif geworden, so beginnt das Salzbrechen, das Ausräumen des Salzes aus dem See, was meist im Juli geschieht. Gewöhnlich wird nur an einer kleineren Stelle des Sees Salz gewonnen, während der übrige Teil unbearbeitet bleibt. Der zu bearbeitende Platz wird abgegrenzt, und man beginnt mit dem Losbrechen der Salzkruste an der Peripherie und nähert sich nach und nach der Mitte. Zum Losbrechen werden Holzschaufeln verwendet. Man wählt zur Ausführung der Arbeit günstiges trockenes Wetter und Windstille, so lange die Rapa feucht ist. Die mit dem schwarzen Schlamme nicht innig verbundene Salzschicht läfst sich mit der Schaufel leicht abheben, zumal wenn man diese auf eine untergeschobene Walze aufstützt. Der abgehobene Salzblock wird sofort an Ort und Stelle mit der Schaufel auf der unteren Fläche von Schlamm befreit, mit demselben Geräte mehreremale mit Soole (Rapa) übergossen und abgewaschen und dann nach

Digitized by Google

der Mitte des Platzes auf einen etwa 3000 *Pud* (1 *Pud* = 16,381 *kg*[1]) fassenden Stapelplatz geschafft, wo die Stücke mit Holzhämmern zerschlagen werden. Die Stücke werden auf dem Platze ausgebreitet, nochmals mit Rapa ausgewaschen und dann einige Tage zum Trocknen liegen gelassen. Das Salz wird darauf in konischen Haufen (*Totschki*) zusammengebracht und bleibt so etwa acht Tage liegen, damit die Rapa möglichst vollständig abfliefsen kann und das Salz genügend trocken wird. Ein Teil wird auch noch auf besonders hergerichteter Tafelung wiederholt mit Soole gewaschen, damit man möglichst weifses, reines Salz erhält. Magnesiumsalze und sonstige, mechanische Beimengungen werden dadurch entfernt.

Auf den Hauptstapelplätzen wird das fertige Salz in trapezoidalen Pyramidenhaufen von 100000 bis 200000 *Pud* aufbewahrt. Zum Schutze gegen Tagewasser sind die Haufen mit Gräben umzogen. Erst nach zweijährigem Lagern kommt das Salz von den Haufen in den Handel. Der angewehte Staub und Sand bildet auf den Haufen eine feste Rinde, die das Salz vor dem Eindringen von Regen und Staub schützt.

Von 750 Arbeitern werden in 50 Tagen 6000000 *Pud* Salz gewonnen. Das Salzbrechen ist bei der in den Steppen herrschenden Hitze, die bis 56° *C.* steigt, und bei der ätzenden Beschaffenheit der Rapa eine sehr beschwerliche Arbeit. Die Arbeiter ziehen zum Schutz lange Lederstiefel (*Bachili*) an und über diese noch Lederschuhe.

Die Salzsorten aus verschiedenen Seen im Gouvernement Astrachan enthielten:

87 bis 99 *Pzt.*	Chlornatrium,
0 „ 9 „	schwefelsaures Natrium,
Spuren bis 1,7 *Pzt.* . . .	schwefelsaures Calcium,
„ „ 2,8 „ . . .	Chlormagnesium,
0,5 bis 4 *Pzt.*	Wasser,
Spuren bis 2,5 *Pzt.* . . .	unlösliche Beimengungen.

Im Jahre 1889 wurden in Rufsland 47000000 bis 48000000 *Pud* Salz aus Seen gewonnen, gegenüber einer Gesammtproduktion an Kochsalz und Steinsalz von 85000000 *Pud*.

Aus den Salinas des abflufslosen Hochplateaus von Atacama und der Puna (Argentinische Republik), aus den Hochgebirgsseen und den Salinen der Ebene wird das Salz unter verschiedenen Formen gewonnen[2]).

Diese Salinas, Salzausscheidungen, die sich meist an der Oberfläche der Erde befinden, bedecken weite Strecken des Landes. Die grofse Saline zwischen Cordoba, Catamarca und Santiago del Estero hat z. B. eine Längenausdehnung von 300 *km* und eine Breite von 70 *km*.

---

[1]) 1 *Pud* = 40 *Pfd.*; 1 *Pfd.* = 0,40952 *kg*.
[2]) *Brackebusch, Pr. Z.* 1893, **41**, 37.

Digitized by Google

Das Salz wird meist als herrenloses Gut angesehen und kann von jedermann gewonnen werden. Der Untergrund ist roter, gelber oder blauer Thon oder Mergel, der für die Oberflächenwasser undurchlässig ist. Die sich bildenden Salzseen trocknen in der regenlosen Jahreszeit aus und lassen das Salz zurück. Unter dem Thonuntergrunde trifft man Süfswasserquellen an.

Die Salzkruste bildet eine harte, zusammenhängende Masse, einem gefrorenen See vergleichbar, oder es scheiden sich in Lagunen oder Tümpeln locker zusammenhängende Salzwürfel ab. Aus der Salzkruste haut man grofse viereckige Brote (*panes*) aus, von denen je zwei oder drei Stück eine Traglast für die zum Transport benutzten Maultiere oder Esel, auf der Puna auch Lamas, ausmachen. Das sich in Würfeln ausscheidende ziemlich reine Salz wird in Säcke (gewöhnlich aus rohen Kuhhäuten) gefüllt. Wo sich das Salz in gröfseren Krusten ablöst, die den Boden bedecken, werden ebenfalls Säcke zur Verpackung benutzt. Diese Krusten liefern jedoch weniger reines Salz.

Das sich aus kleineren Salzquellen ausscheidende Salz, das Gesteine oder Boden bedeckt, wird seltener gewonnen und nur in der nächsten Umgebung verwendet. Steinsalz, das ebenfalls in den Cordilleren gewonnen wird, ist zu Küchenzwecken nicht beliebt.

Sehr häufig ist das Salz mit reichlichen Mengen von schwefelsaurem Natrium vermischt. Aufserdem finden sich als Beimengungen schwefelsaures Kalium, Gyps, Chlormagnesium, Chlorkalium und andere.

Bei Cordoba reinigt man das Salz durch Umkrystallisiren, man erhält dann ein feinkörniges, sehr reines Produkt (99,62 *Pct.* Chlornatrium), das dem englischen Exportsalz wirksame Konkurrenz macht. Trotz des höheren Preises und des Einfuhrzolles werden dort immer noch gegen 800 *t* englisches Salz eingeführt. Auch zum Einsalzen der zur Ausfuhr bestimmten Häute von Pferden und Rindern benutzt man jetzt das Salz des eigenen Landes, während dazu früher das aus Spanien und England eingeführte Salz diente.

Die gewonnenen reineren Salze haben z. B. die Zusammensetzung, wie sie die Tabelle auf folgender Seite zeigt.

Das in ansehnlichen vollen Würfeln aus den Salzgärten am grofsen Salzsee in Utah krystallisirende Speisesalz enthält:

Chlornatrium	98,961
Chlormagnesium	0,158
Schwefelsaures Magnesium	0,152
Schwefelsaures Calcium	0,219
Wasser	0,578
Unlösliches	0,013
	100,081

Lithium war spektralanalytisch nachweisbar; Kalium, Brom und Jod fehlen.

Digitized by Google

	A.		B.		C.		D.	E.
	Aus dem regenlosen Hochplateau		Aus den Hochgebirgsseen (Lagunensalze)		Aus Salinen der Ebene		Aus Salzquellen	Steinsalz
Chlornatrium	97,61	98,69	95,62	99,63	99,60	97,41	95,35	98,92
Chlorkalium	—	0,34	0,88	0,19	—	—	—	—
Chlormagnesium	—	0,27	0,18	Spur	—	—	0,80	—
Chlorcalcium	0,76	—	1,28	—	—	—	—	—
Schwefelsaures Natrium .	—	—	—	—	—	—	—	0,01
„ Kalium . .	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Calcium .	1,14	0,44	0,56	Spur	—	1,17	2,47	1,05
„ Magnesium	—	—	—	—	—	1,03	1,20	—
Kohlensaures Natrium .	—	—	—	—	—	—	—	—
Glühverlust	0,42	—	—	—	0,22	0,31	0,18	0,25
Unlösliches	0,07	0,27	1,50	0,12	0,18	—	—	0,57

A. Grobkrystallinisches Versandsalz. In Ritzen würfelförmig auskrystallisirtes Salz. — B. Grobkrystallinisches Versandsalz. Würfelsalz, Ausscheidungen in der Lagune. — C. Krystallinische Salzmassen von Pipanaco. Loses Krystallsalz von Palo-Parado. — D. Krystallinisches Salz von Alto de les Salinas, Prov. Tucuman. — E. Steinsalz von Rio de la Sal, Prov. San Juan.

Auf natürlichem Wege, ohne Zuthun der Menschen, vollzieht sich die Soolbereitung und Salzausscheidung auf der Insel Madagaskar in der Bai von Ampasilava, nahe bei der Mündung des Manzoka- oder St. Vincentflusses[1]). Dort liegt eine Lagune, die zu Zeiten wie eine beschneite Fläche aussieht. Man nimmt an, dafs der Untergrund von einem nahe zu Tage tretenden Steinsalzlager gebildet wird. Der Boden besteht aus Thon, während die Umgebung sandig ist. Zur Regenzeit löst sich das Salz aus dem Untergrunde der Lagune und fliefst einer nicht weit vom Strande abliegenden Senkung zu, die etwa 500 *m* lang und 30 bis 50 *m* breit ist. Diese Senkung bildet dann einen Salzsee, dessen Wasser durch die fortwährend zufliefsenden salzhaltigen Bäche und die warmen tropischen Winde so reichhaltig an Salz und konzentrirt wird, dafs sich sogar schon zur Regenzeit aus dieser natürlichen Salzpfanne Salz abzuscheiden beginnt. Die Eingeborenen entnehmen dann dem See bereits möglichst viel Salz. Die Haupternte fällt jedoch in die trockene Jahreszeit, wo der See völlig eintrocknet, und sich der Boden mit einer 6 bis 15 *cm* dicken Kruste von reinem, völlig magnesiumfreiem Salz überkleidet. Kleine Salznester der Art bilden sich auch auf anderen Teilen der Insel. Bei jeder Ernte liefert diese natürliche Salzpfanne 3000 *Ctr.* Salz.

[1]) *Deutsche Kohlenzeitung* 1894, 12, 429.

Digitized by Google

Im Sudan[1]), zwischen dem 18. und 19. nördlichen Breitengrade, bei den Orten Kalala und Garu, der Bilma-Stadt, liegen unerschöpfliche Salzgruben, die einen grofsen Teil der Völker der Sahara und der Nigerländer mit Salz versorgen. Von Kalala gehen jährlich gegen 70000 Kameelladungen Salz ins Land. Die Bilmagruben liefern das schönste und reinste, das begehrteste Salz im ganzen Sudan. Die Tuariks führen das Salz bis zum Äquator und verkaufen es mit hohem Gewinn.

Das Salz wird in flachen Bodenvertiefungen gewonnen, die je nach der Jahreszeit einen höheren oder geringeren Wasserstand haben. Das Salz lagert nahe an der Erdoberfläche, löst sich dort auf und scheidet sich in jenen Tümpeln durch Verdunstung aus. Die ausgeschiedenen Salzkrystalle, die durch den vom Wüstenwind mitgeführten Sand und Staub verunreinigt werden, bilden eine weifsgraue Decke. Zur Zeit der gröfsten Sonnenhitze fällt das meiste Salz. Zweimal in der Woche wird die Salzdecke mit Holzstäben oder mit den Füfsen durchstofsen, die Erdmasse beseitigt und das hervordringende Salzwasser einer lebhaften Verdunstung ausgesetzt. Das gewonnene Salz wird in Brote geformt. Es sieht grau oder weifsgrau aus und hat einen bitteren Beigeschmack. Es dient in dieser Beschaffenheit meist als Zugabe zum Futter für die Kameele. 10 Brote bilden eine Kameelladung. Diese kostet am Gewinnungsorte einen Maria-Theresien-Thaler. Die Tuariks verkaufen es zum 30fachen Betrage.

Aufser diesem Viehsalze wird in den Bilmagruben auch ein feineres Salz von schöner weifser Farbe gewonnen. Es wird in cylinderförmigen Gefäfsen aus den Gruben gehoben und in feinen Krystallen oder als Pulver versandt. An geschützten Stellen bildet sich auf der Wasseroberfläche meist eine dünne abhebbare Kruste raffinirten Salzes. Die Gruben sind etwa 10 bis 20 *m* lang und 6 bis 10 *m* breit. Im Inneren sind sie durch niedrige Dämme in kleinere Abteilungen geteilt und aufsen von 8 bis 10 *m* hohen Wällen von ausgeworfener Erde umgeben.

Im Kaplande liefert unter anderen dort ausgebeuteten Salzseen ein in der Nähe von Port Elizabeth, 2 *km* östlich vom Zwartkop-Flusse gelegener bedeutender See vorzügliches Salz. Der Salzsee (Grootpan) ist etwa 90 *m* über dem Meeresspiegel gelegen. Er wird seit einigen Jahren von einer Gesellschaft (Zwartkops Saltpan-Company) in wirtschaftlicher Weise ausgebeutet. Der See hat eine fast ovale Form von etwa 1500 *Yards* Länge und 1000 *Yards* Breite. Wenn er gefüllt ist, was nach starkem Regen eintritt, so ist er etwa 2 *engl. Fuss* tief. Reiche Soolquellen fliefsen dem See beständig zu. Dadurch überzieht sich das ganze Seebecken mit einer etwa 2 *Zoll*

[1]) *B.- u. H. Ztg.* 1884, 43, 408 (*Kellner*), nach *Dr. Nachtigalls* Reisewerk.

Digitized by Google

starken Salzkruste, die stark genug ist, um Arbeiter und Transportwagen zu tragen. Im Sonnenschein bietet diese schneeweiſse glitzernde Salzfläche, umgeben von einer im üppigsten Pflanzen- und Blütenschmuck prangenden bewaldeten Hügelkette, einen bezaubernden Anblick. In einer Breite von mehreren hundert Yards lehnt sich diese einem Schneefelde gleichende Salzfläche an die grünen Waldränder an und schlieſst in ihrer Mitte ein Becken tiefblau schimmernden Salzwassers ein.

Die Salzausscheidung vollzieht sich hier auf natürlichem Wege, und das weggeräumte Salz ergänzt sich von selbst immer wieder von neuem. Bei einer mittleren Tiefe von 6 *Zoll* berechnet man einen Salzvorrat von etwa 60 000 *tons*. Die Soole des Sees enthält im Kubikfuſs (engl.) etwa 23 *Pfd.* Salz.

Gegen 150 Arbeiter lösen die Salzkrusten mit geraden eisernen Spaten, ziehen die Stücke dann mit starken hölzernen Rechen in dem Salzwasser des Sees hin und her und waschen sie auf diese Weise ab. Darauf ziehen sie die Salzstücke auf den Rand und schichten sie in 4 bis 5 *Fuſs* hohe dammartige Haufen auf, deren viele Hunderte um die Mittagszeit die blaue Seefläche umkränzen. In diesen Haufen trocknet das Salz in wenigen Stunden. Es wird dann in hölzernen, zweirädrigen, etwa 600 *Pfd.* = 275 *kg* fassenden Handkarren mit breiten Rädern in die am Ufer des Sees liegenden Trockenschuppen gebracht, wo es je nach der Güte in drei Sorten gesondert wird. In den Schuppen verliert das Salz schnell die letzten Reste von Feuchtigkeit und wird im Verlaufe von 3 bis 30 Tagen zum Transport eingesackt. Gearbeitet wird nur im Dezember, Januar, Februar und März.

Die Körnung des Salzes wechselt vom gröbsten bis zum allerfeinsten. Einer Zerkleinerung wird es nicht unterworfen. Es wird, wenn es zum Gebrauch als Tafelsalz oder als Buttersalz dienen soll, einfach abgesiebt, so daſs die ursprünglichen Salzkrystalle erhalten bleiben.

Die Hauptmarken sind Grobsalz (*coarse*), Mittelgrob- (*medium*) und Feinsalz, die durch die Buchstaben *C.*, *B.* und *A.* unterschieden werden. Auch hat man ein extragrobes Salz *C. C.* (zur Viehfütterung) und ein extrafeines mit der Bezeichnung *A. A.* In den Handel bringt man das Salz zu 200 *Pfd.* netto in Säcken verpackt. Mit Ochsenwagen wird es bis zur nächsten Bahnstation gebracht. Jedoch ist der Bau einer eigenen Transportverbindungsbahn in Aussicht genommen, so daſs das Salz für den Schiffstransport unmittelbar in den Magazinen in dieselben Wagen verladen werden kann, aus denen es in den Häfen in die Schiffsräume entladen wird.

Der Salzvorrat des Sees kann als fast unerschöpflich gelten. Bei vollem Betriebe werden täglich 300 *t* Salz gewonnen. Wie leicht das Salz zu gewinnen ist, ergiebt sich daraus, daſs eine gewöhnlich aus vier Mann bestehende Kameradschaft in einer Stunde so viel Salz zu-

Digitized by Google

sammenschleppen kann, als sie während der übrigen Zeit des Tages wegzukarren vermag. Wenn die Arbeit nicht durch schlechtes Wetter unterbrochen wird, sind die Schuppen bis unter das Dach gefüllt. Von diesen vermögen fünf grofse Schuppen gegen 8500 *tons*, sechs kleinere 3500 *tons* aufzunehmen, im ganzen können 120 000 bis 150 000 Säcke oder 12 000 bis 15 000 *tons* Salz aufgespeichert werden.

Das Salz ist von grofser Reinheit und steht dem besten englischen Siedesalze nicht viel nach. So ergeben z. B. die Analysen von

	engl. Salz aus Worcestershire	dem Salze aus der Grootpan
Chlornatrium	98,19	97,56
Schwefelsaures Calcium	0,38	1,28
„ Natrium	0,23	—
„ Magnesium . . .	0,20	0,18
Feuchtigkeit	Spur	0,98

Während eines fünfjährigen Betriebes hat die Gesellschaft 200 000 Sack = 20 000 *tons* Salz abgesetzt, das weit in Südafrika und bis in die Ländergebiete am Zambesi vertrieben wird.

Der See wird übrigens schon seit alten Zeiten ausgebeutet und bildet seit langem eine wichtige Quelle zur Versorgung weiter Gebiete mit Salz.

2. Gewinnung von Kochsalz aus dem Meerwasser.

Das Seesalz, Baysalz (*Sel marin*, *Sea salt*, *Bay salt*) gewinnt man je nach der klimatischen Lage der Gewinnungsstätten entweder durch Versieden des Meerwassers, gewöhnlich nach vorheriger Anreicherung, oder durch freiwillige Verdunstung des Wassers an der Luft.

Das Versieden des Meerwassers auf Salz (*Sel ingnifère*) ist nur dann mit Vorteil möglich, wenn Brennmaterial billig zur Verfügung steht und die Konkurrenz anderen Salzes nicht zu nahe liegt. In den Grafschaften Northumberland und Durham in England, an den östlichen und westlichen Küsten Schottlands hat man von der unmittelbaren Versiedung des Meerwassers Gebrauch gemacht. Das Konzentriren des Meerwassers vor der Versiedung geschieht auf verschiedene Weise.

a) Durch Gradiren (in Holland, Wangeroog, Walloe in Norwegen). Zu Walloe wird das Meerwasser auf Dorngradirwerken auf 12,5 bis 15,5 *Pct.* angereichert und in dem Bassin des letzten Falles, dem Gutfallkasten, durch Steinsalz bis zu 26 *Pct.* gesättigt, indem die niedertröpfelnde Soole das Steinsalz auflöst. Das Versieden geschieht auf gewöhnliche Weise.

b) Durch Verdunstung an der Luft in besonders dazu hergerichteten flachen Erdbassins, z. B. zu Lymington an der Küste von

Digitized by Google

Hampshire und auf der Insel Wight. Das Meerwasser durchfliefst aus einem Vorteiche drei oder vier Reihen seichter Bassins, Sonnen- oder Auswerke. Aus der letzten Bassinreihe wird die Soole in zwei oder drei Sonnenpfannen geführt und, wenn sie hinreichend angereichert ist, in bedachten, aus Ziegelsteinen gemauerten Cisternen aufbewahrt. Die Soole nimmt dann nur noch $^1/_6$ des ursprünglichen Volumens des verwendeten Meerwassers ein. Beim Versieden dampft man die Soole ohne Unterbrechung ab, schlägt das Salz aus, läfst die Mutterlauge ablaufen und gewinnt aus dieser durch weiteres Eindampfen Bittersalz (Epsomsalz).

c) Durch die Laveries. In den französischen Norddepartements, besonders zu Avranchin in der Normandie, wirft man am Meeresufer einen Damm von Meeressand auf, der zur Zeit der höchsten Flut vom Meere überspült wird. Zwischen den Flutzeiten wird der Sand teilweise trocken und es effloreseirt Seesalz. Dieses wird gesammelt, ausgelaugt, und die Soole von 1,14 bis 1,17 *spf. Gew.* in flachen viereckigen Bleipfannen versotten. Das Salz wird in Körbe geschlagen, die über den Pfannen hängen, wobei leicht zerfliefsliche Salze abtröpfeln. Dann bringt man es in die Magazine, wo es sich auf dem aus trockenem Sande gestampften Boden noch weiter durch Abfliefsen der zerfliefslichen Salze reinigt und durch Trocknen etwa 20 bis 28 *Pzt.* an Gewicht verliert. 700 bis 800 *Liter* Meerwasser liefern 15 bis 22,5 *kg* Salz. Bei Sanct Martin am Canal La Manche enthielt dies nach Henry:

Chlornatrium	95,950
Chlormagnesium	0,350
Schwefelsaures Calcium	1,950
Schwefelsaures Magnesium	0,425
Unlösliches	1,000

d) Durch Ausfrieren des Wassers (Eisgradirung). Gefriert Meerwasser, so enthält das Eis nur wenig Salz und der zurückbleibende flüssige Teil reichert sich mit Salz an. Nach *Parrot* und *G. Karsten* krystallisiren Salzteile mit dem Eise zusammen. Wird die Eisdecke weggeräumt und ist die Temperatur niedrig genug, so wiederholt sich der Vorgang. Das folgende Eis hat zwar etwas höheren Salzgehalt als das erste, aber auch die Soole reichert sich stärker an. Mit einigem Salzverlust läfst sich auf diese Weise eine ziemlich konzentrirte Soole gewinnen. Der Gefrierpunkt der Soole sinkt, je reichhaltiger sie an Salz wird (S. 35). Sinkt der Gefrierpunkt unter die Sättigungstemperatur, so scheidet sich Kochsalz aus. Eine Soole von 26,3 *Pzt.* Chlornatrium hat ihre Sättigungstemperatur bei -14^0 und friert bei $-18{,}61^0$. Sie kann also den Gefrierpunkt nicht erreichen, so dafs sich beim Sinken der Temperatur unter 14^0 Salz ausscheiden mufs. Für eine Soole mit 26,2 *Pzt.* Chlornatrium liegt die Sättigungstemperatur bei $-21{,}4^0$ und der Gefrierpunkt bei $-18{,}55^0$, sie kann also dabei mit dem angegebenen Prozentgehalte ohne Kochsalzabscheidung bestehen.

Digitized by Google

Im hohen Norden hat man von dieser Eigenschaft der Soolen Gebrauch gemacht und aus dem Meerwasser konzentrirte Soolen zum Versieden gewonnen; z. B. in Sibirien bei Irkutzk und am Ochotzkischen Meere. Die bewegten Wellen an der Küste spritzen auf die grofsen Eisschollen. Das Meerwasser gefriert auf diesen, teils verdunstet es, und es scheidet sich Salz (Rasol) auf dem Eise in einer Schicht aus, die von den Fischern abgekratzt wird. Oder man konzentrirt die Soole nur durch wiederholtes Gefrieren und dampft sie ein. Vor dem Eindampfen werden durch Kalkzusatz Magnesium- und Thonerdesalze zersetzt, so dafs das Salz reiner und gesunder und der Verlust geringer wird, der sonst beim Aufbewahren dadurch entsteht, dafs beigemengtes Chlormagnesium und Chlorcalcium zerfliefsen. Das Seesalz enthält bis zu 13,6 *Pet.* Glaubersalz.

Die Zusammensetzung des durch Gefrieren des Meerwassers erzeugten Salzes zeigen folgende Analysen nach *Hefs*:

	$NaCl$	Na_2SO_4	$AlCl_3$	$CaCl_2$	$MgCl_2$
a) Aus dem Ochotzkischen Meere	77,60	13,60	6,20	0,94	1,66
b) Von Ustkutzk	74,84	15,20	1,17	5,21	3,57
c) Von Irkutzk	91,49	2,76	2,60	1,10	2,05
d) Von Selengisk	74,71	13,80	6,50	1,44	3,55

Enthalten die Soolen neben Gyps andere schwefelsaure Salze, so scheidet sich mit dem Eise unter Verminderung des Kochsalzgehaltes Glaubersalz aus und geht verloren.

e) Durch Auflösen von Steinsalz oder Seesalz im Meerwasser. Dies hat hauptsächlich den Zweck, Steinsalz und Seesalz durch Versieden zu raffiniren, wobei der Kochsalzgehalt des Meerwassers mit gewonnen wird. Auf diese Weise wird in den Niederlanden deutsches und englisches Steinsalz und aus Spanien, Portugal und Frankreich bezogenes Seesalz raffinirt und ein vorzügliches Produkt gewonnen, in England *salt upon salt* genannt.

f) Weit verbreiteter als die vorgenannten Verfahrungsarten ist die Gewinnung von Seesalz in den Salzgärten (*Salins, Marais salants, Marinhas*) durch freiwillige Verdunstung des Meerwassers an der Luft bis zur Ausscheidung des Salzes. Dies Verfahren findet an den hierzu klimatisch besonders günstigen wärmeren Küsten Anwendung, am Atlantischen Ozean bis zum 48. Grade n. Br., z. B. in Frankreich am Busen von Biscaya, in Spanien bei Cadix, in Portugal bei Oporto, Amiro, am Meerbusen von Setubal, bei St. Ubes und Alcacer do Sol, am Mittelländischen Meere, nämlich an der französischen Küste, in Spanien (Andalusien, Catalonien, Valencia, Murcia), in Italien bei Neapel, Ostia, auf Elba, Sardinien, Sicilien, am Adriatischen Meere in Venetien, Istrien und Dalmatien, an den griechischen Küsten und auf den Inseln, am Schwarzen Meere, in Ostindien und an vielen anderen Orten.

Digitized by Google

Zum Teil sind an den Küsten natürliche Seen und Salzsümpfe vorhanden, die vom Meere zur Zeit der Flut gespeist werden, ohne dafs dieses die davor liegenden Dünen und Küstenwälle übersteigt (französische Küsten am Mittelländischen Meere, Sizilien, Sardinien, Elba, Lagunen und Salzsümpfe am Tyrrhenischen Meere, in Ostindien). An anderen Orten legt man künstlich Gruppen von Bassins im Boden an (Salzgärten).

Veranlassung zur Ausführung der Salzgewinnung in Salzgärten wird die Beobachtung gegeben haben, dafs das Meerwasser zur Zeit hoher Fluten an flachen Küsten vertiefte Stellen ausfüllte, die dann nach dem Verdunsten des Wassers in der heifsen Jahreszeit Salz enthielten. Auf der Insel Sardinien und an der bessarabischen Küste am Schwarzen Meere, in den sogenannten Limans, scheidet sich auf diese Weise Salz aus. Die Limans sind durch einen angeschwemmten Damm (Peressip) vom Meere getrennte, erweiterte Flufsmündungen, in die bei hoher Flut Meerwasser eintritt. Im Sommer trocknen diese Flufsmündungen teilweise aus, und es bleibt eine oft mehrere Centimeter dicke Salzkruste zurück.

Die einfachste Gewinnung des Seesalzes geschieht nach dem in Italien üblichen Verfahren, wo man sich meist mit natürlichen Lagunen an der Küste (*Salinas*) begnügt, die tiefer als der Meeresspiegel liegen und mit Meerwasser gefüllt und dann gegen weitere Zuflüsse abgedämmt werden (Lagunen von Ostia, Comacchio und Cervia, von Barletta in der Provinz Bari am Adriatischen Meere und Trapani auf Sizilien).

Mehr Sorgfalt verwendet man auf die Salzgewinnung bei den Meersalinen in Portugal (Setubal, St. Ubes, Lissabon, Oporto), in Spanien (Torrevieja, Cadix) und Frankreich durch Anlegung von Salzgärten (*Marinhas* in Portugal) oder Meersalinen[1]).

Die Salzgärten bestehen aus einer Anzahl künstlich angelegter grofser flacher Behälter, Teiche, die im Strandboden ausgegraben und mit Abteilungen versehen sind (*conches, tables, aires, brine pits*), durch die das Meerwasser zur Verdunstung des Wassers langsam hindurchfliefst. Zunächst sammelt man Meerwasser in einem gröfseren und etwas tieferen Reservoir (*jas, vaset*) an, wo es sich klärt und durch die Sonne vorgewärmt wird. Wo es die Bodenverhältnisse erlauben, legt man die Gärten niedriger als den Meeresspiegel, damit das Meerwasser ohne künstliche Hebung, jedenfalls bei Flutzeiten in das höchst gelegene Hauptreservoir treten kann. Der Zufluſs wird dabei durch eine Schleufse geregelt. Müssen die Salzgärten über dem Meeresspiegel angelegt

---

[1]) *Pr. Z.* 1864, 12, 1. *Reulleaux* in *Revue hebdomadaire de chim. scientif. et industr.* 1872, Nr. 7. *Chem. News* 1872, 26, Nr. 378, p. 251. *Roux* in *Mon. scientif.* 1875. *Août*, p. 272. *Chem. News* 1875, 32, Nr. 821, p. 34. *P. J.* 1883, 249, 517.

Digitized by Google

werden, so wird das Meerwasser durch Schöpfräder oder Pumpen in das Hauptreservoir gehoben. Statt eines Hauptreservoirs legt man auch wohl einen Graben an, der den Salzgarten von aufsen teilweise umgiebt. Die einzelnen Abteilungen und Gruppen von Behältern, auch Beete genannnt, sind durch kleine Dämme geschieden, in denen die erforderlichen Einlafsöffnungen angebracht sind. Die genau abnivellirte Sohle der Behälter (*gourmas*, *brassoures*) wird mit gut zubereitetem, fettem Thon ausgestampft, ebenso die abgeböschten Seitenwände. Mehrere Systeme von Teichen sind zuweilen durch lange Kanäle (*morts*) mit einander verbunden. Jedes Frühjahr wird der Salzgarten gereinigt, der Boden der Teiche geebnet, gewalzt, die Ausbesserung der Abteilungsdämme vorgenommen und die Anlage gehörig getrocknet.

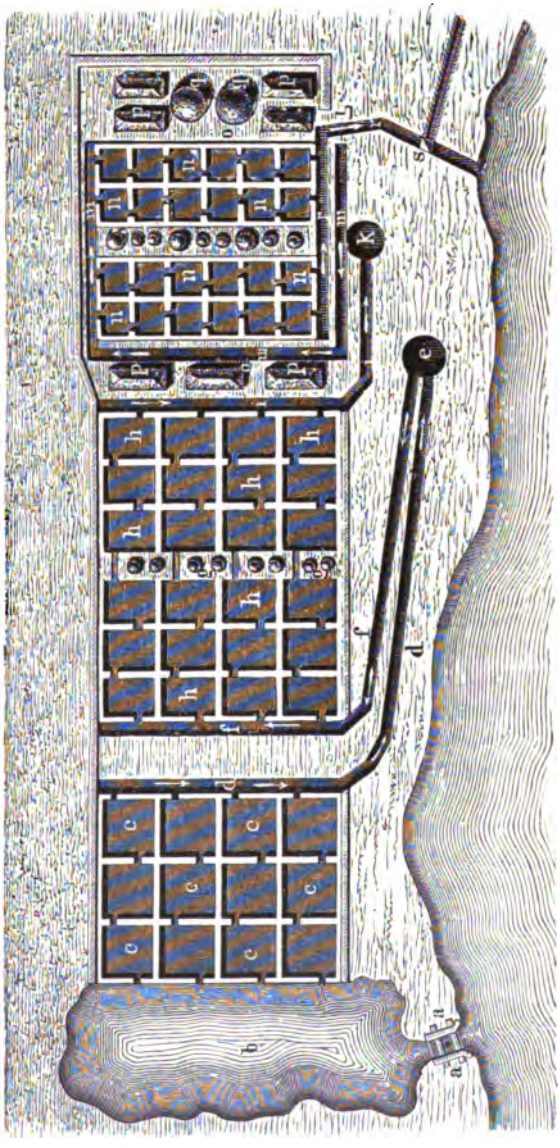


Fig. 147.

Fig. 147 stellt solch einen Salzgarten dar.

Etwa im März, zur Flutzeit, läfst man das Meerwasser, dessen Zufluſs durch die Schleufse *a* geregelt wird, in das Hauptbassin *b* (*Jas*) 0,63 bis 1,88 *m* hoch eintreten. Das Meerwasser klärt sich von Schlammteilen, und es beginnt in geringem

Digitized by Google

Mafse die Wasserverdunstung. Von dem Hauptbassin *b* fliefst das geklärte Wasser auf schwach geneigter Ebene in die flachen Vorteiche *c* (*conches*), gelangt unter Verdunstung in den Kanal *d* und durch diesen in eine Cisterne *e*. Von dort wird die Soole mit Pumpen oder anderen geeigneten Hebevorrichtungen in den Kanal *f* und in eine Gruppe von Verdunstungsbassins *h* (*tables*) geführt. In den Bassins *c* und *h* setzt sich der meiste Gyps nebst Bittersalz ab. Der Zufluſs des Meerwassers wird so geregelt, daſs die Soole in den hintersten Reihen von *h* (*muant*) gesättigt ist und sich Salz auszuscheiden beginnt. Selten fällt dabei so viel Salz, daſs es ausgekrückt werden muſs; es wird dann auf den Damm *g* in kleine Haufen gebracht. Die gesättigte Soole fliefst aus *h* durch den Kanal *i* in die Cisterne *k*, von wo sie in den Kanal *m* gehoben wird, der sie in die sehr sorgfältig hergestellten Krystallisationsbassins *n* (*aires*) von der Hinterseite oder von mehreren Stellen aus führt, wo sie 26 bis 78 *mm* hoch eingelassen wird. Mit einem Pfahl werden die Zufluſskanäle zugestopft, wenn die Bassins gefüllt sind.

Die in den Krystallisationsteichen abgesetzten Salzkrusten bricht man ein, krückt sie je nach der Witterung wöchentlich zwei- oder dreimal, ja selbst täglich mit hölzernen Krücken an die Ränder oder Dämme *o* der Beete zu kleinen Haufen und läſst die ablaufende Mutterlauge in die Teiche zurückfliefsen. Krystallisirt kein Salz mehr aus, so läſst man die Mutterlauge durch den mit einer Schleuſse *s* versehenen Kanal *r* in die See zurückfliefsen, wenn man sie nicht weiter verwenden will.

Von wesentlichem Einfluſs auf die Reinheit des Salzes ist es, ob die Anreicherung und Salzausscheidung in einem und demselben Bassin vorgenommen wird, oder ob sich die Soole durch ruhiges Stehen in groſsen Bassins reinigt und erst in besonderen Verdunstungsbassins anreichert, wobei sich der Gyps gröſstenteils sowie Bittersalz ausscheidet, und endlich in besonderen Bassins die Salzabscheidung vor sich geht. Das Auskrücken des Salzes muſs vorsichtig geschehen, damit es nicht durch Thon verunreinigt wird. Je weniger das Salz Thon vom Boden der Teiche beigemischt enthält, um so weiſser ist es. Es enthält noch fremde Salze, namentlich Chlormagnesium. Um es davon zu befreien, stürzt man es am Rande der Gärten zu viereckigen Haufen *p* (*vaches*) oder runden Haufen *q* (*pilots*) auf, bedeckt diese mit Seegras oder Stroh und läſst es so einige Monate im Freien liegen. Das Chlormagnesium wird durch die Luftfeuchtigkeit zuerst aufgelöst, zerfliefst, sickert nach dem Boden durch und fliefst dort ab. An einigen Orten, z. B. in Ostindien, wendet man auch Centrifugen zur Reinigung des Seesalzes von Chlormagnesiumlauge an.

Die Seesalzbereitung kann während fünf bis sechs Monaten im Jahre betrieben werden. Je nach der Witterung macht man zwei bis drei Ernten. Die erste Ernte liefert das beste Salz, sowohl was Korngröſse und Festigkeit als was Reinheit anbelangt, weil dabei der Einfluſs

Digitized by Google

der Mutterlauge weniger mitspielt. Von der rechtzeitigen Entfernung der Mutterlauge hängt der Erfolg des Betriebes und die Reinheit des Kochsalzes, nämlich der geringere Gehalt an Bittererdesalzen ab. In neuerer Zeit hat man in Frankreich Vorrichtungen getroffen, wobei das Seewasser und die Soole zur schnelleren Verdunstung in den Teichen in lebhafte Bewegung gebracht werden, auch hat man zwischen dem grofsen Reservoir und den Beeten noch Hülfsreservoire zur Konzentrirung der Soole angelegt.

Zu Giraud in Südfrankreich[1]) wird eine Meersaline von einer Gesellschaft betrieben, die dort über 20000 *ha* Areal zu diesem Zwecke besitzt. Die Verdunstungsfläche der Gärten umfafst allein 1500 *ha*. Ein abgeschlossener alter Rhonearm steht durch einen schmalen Einlafs mit dem Meere in Verbindung und ist mit Meerwasser gefüllt. Da eine Hebung durch die Flut im Mittelmeere ausgeschlossen ist, so wird das Meerwasser aus dem Rhonearme durch eine Dampfpumpe 0,7 *m* hoch in eine 250 *ha* grofse frühere Lagune (den *Etang de la Galère*) gepumpt, in dem schon eine Verdunstung stattfindet. Aus diesem fliefst die Soole den Verdunstungsbehältern (*surfaces evaporantes, partènements* und *chauffoirs*) zu. Diese sind in einem früheren Etang in der Art angelegt, dafs sie sich konzentrisch um einen grofsen, fast genau in der Mitte der Lagune befindlichen Behälter, die Cuvette, gruppiren, der die tiefste Stelle einnimmt. Dieser etwa 1250 *ha* grofse Teich hatte eine für die Anlegung einer Meersaline sehr günstige Beschaffenheit, nämlich thonigen, fast horizontal liegenden Boden mit schwacher Neigung gegen die Mitte, so dafs man ihn in einfacher Weise durch niedrige Zwischenmauern in einzelne Behälter teilen und diese so anordnen konnte, dafs das aus dem grofsen Sammelteiche entnommene Meerwasser von den am Rande gelegenen Behältern langsam dem etwas tieferen Mittelbehälter, der Cuvette, zugeführt wurde. Das Meerwasser reichert sich dabei von 3,6° *B.* auf 25° *B.* an und läfst von 16° *B.* an Gyps fallen, der stets nach Verlauf von einigen Jahren entfernt werden mufs. Durch die Pumpe wird der Zufluſs so geregelt, dafs die Soole mit 25° *B.* in die Cuvette gelangt. 1 *cbm* Seewasser ist dabei auf 102 *Liter* Soole konzentrirt. Sonnenschein und besonders der Minstral befördern die Verdunstung, unter deren Einwirkung täglich oft 1 *cm* Wassertiefe verdunstet, auf 1500 *ha* 150000 *cbm* Wasser. Die Temperatur steigt dabei unter der Einwirkung der Sonnenglut und der heifsen trockenen Winde bis auf 40° *C.* Dabei ist nur ein Arbeiter erforderlich, der die Pumpe bedient und die Schützen in den Verbindungen der einzelnen Abteilungen richtig zu stellen hat.

Der Prozefs dauert bei günstigem Wetter 150 Tage. Ein Kanal leitet die gesättigte Soole (*eaux vierges*) aus der Cuvette zu den Aussalzbehältern oder Salzbeeten (*tables salantes*), in die sie durch

[1]) *P. J.* 1883, 249, 517.

Digitized by Google

eine Pumpe gehoben wird. Die Salzbeete liegen auf schwach geneigter Fläche so, dafs die Soole langsam von den oberen Salzbeeten den unteren zufliefsen kann. Die Beete sind 140 *m* lang und breit und 30 *cm* tief. Der aus Thon bestehende Boden wird festgewalzt und gestampft. Die Ränder tragen schmale Wege mit Durchlässen für die Soole, deren Cirkulation durch Holzschützen geregelt wird. Vier Reihen zu je acht Beeten bedecken eine Fläche von 60 *ha*. An der Längsseite liegt der 1500 *m* lange Salzboden (*gravier*), der zur Aufnahme des Salzvorrates dient und an dessen Aufsenseite ein zur Rhone führender Schifffahrtskanal läuft, so dafs der Salzboden von der einen Seite mit Salz beschickt werden kann, während auf der anderen Seite das Salz in die Kähne geladen wird. Um die Aussalzbehälter leicht entleeren zu können, ist zwischen Behältern und Lagerraum ebenfalls ein Kanal angelegt, der zwischen den Behälterreihen entlang führende Abzweigungen hat. Diese sind so gelegt, dafs jeder Behälter mit einer Seite an solchem Zweigkanal liegt. Der Kanal mit Abzweigungen ist mit Soole von 25° *B.* gefüllt, wodurch die zum Salztransporte verwendeten Kähne mehr Tragfähigkeit erhalten. Zwischen dem Haupttransportkanale und der ersten Beetreihe liegt der Speisekanal, der unter den Abzweigungen des Transportkanales siphonartig durchgeführt ist.

Die Soole reichert sich in diesem Beetsysteme von 25 auf 27° *B.* an. Von 25,6° *B.* an beginnt die Ausscheidung von Kochsalz, das bis zu 27° *B.* von erster Güte ausfällt. Im Durchschnitt scheidet sich täglich eine Schicht von 1 *mm* ab, was einer Wasserverdunstung von 6 bis 7 *mm* entspricht. Nachts wird die Soolzuführung unterbrochen, da dann die Verdunstung zu unbedeutend ist. 1 *ha* liefert in einer Salzschicht von 30 bis 55 *mm* Stärke 800 *t* Salz erster Güte, die ganze Fläche von 60 *ha* also 50000 *t* Seesalz. Dabei erfordern die Salzbeete nur zwei Arbeiter zur Bedienung, so lange das Salz nicht herausgenommen wird. 50 Tage dauert der Verdunstungsprocefs, dann, gegen Ende August, beginnt die Ernte, das Ausheben des Salzes, die vier bis fünf Wochen dauert.

Man läfst die Mutterlauge, die noch weiter verwendet wird, dadurch, dafs die Schützen tiefer gestellt werden, schnell nach einem tieferen Sammelpunkte laufen, von wo sie weggepumpt wird. Die Salzschicht wird in Haufen (*gerbes, javelles*) von 7 bis 8 *t* gebracht, einige Tage abtropfen gelassen und mit Schubkarren in Kasten gestürzt, die sich auf flachbödigen Prahmen auf den Transportkanälen befinden. Jede Prahme trägt zwei Kasten von je 2 *t* Inhalt. Sie werden durch Maulesel von Beet zu Beet gezogen und nach völliger Beladung zum Salzspeicherraum gebracht, wo die Kasten mittels Dampfkrahn in das Magazin gehoben und entleert werden. Die Salzhaufen (*tas de sel, camelles*) liegen in den Magazinen in einer Reihe neben einander, sind 18 *m* breit und 1,35 *m* hoch durch Bohlen begrenzt und erheben sich im ganzen mit der Spitze bis zu 7,5 *m* Höhe. Der Lagerraum und die

Digitized by Google

Salzhaufen bleiben unbedeckt, während man an anderen Orten zur Bedeckung wohl Schilfmatten verwendet. Der Regen führt nur etwa 7 *Pzt.* des Salzes weg, reinigt es aber noch von anhaftendem Chlormagnesium, so dafs sich die Güte des Salzes erhöht.

Die Festigkeit des Bodens der Salzbeete ist besonders wichtig für die Reinheit des Salzes. Man bedeckt ihn mit $1^1/_2$ *mm* dickem Filze (*feutre Dol*) von Algen (*Micrococcus corvium*), die aus dem Meerwasser durch mehrmaliges schwaches Eindunsten bis zu 8° *B.* erhalten werden. Mit den mit dünnem Kupferblech beschlagenen Holzschaufeln kann man dann das Salz glatt abheben, ohne den Thonboden zu verletzen. Nach der Ernte wird der zurückgebliebene Rest des Salzes durch Meerwasser aufgelöst. Trotz des Regens im Herbst und Winter mufs man öfters von der Soole abfliefsen lassen und frisches Meerwasser einführen, damit die Grädigkeit nicht über 14° *B.* steigt und sich Gyps abscheidet.

An Mutterlauge bleiben von 1 *cbm* Meerwasser 64 *Liter* zurück. Sie wird in besonderen Beeten, die 60 *ha* bedecken, bis auf 35° *B.* gebracht. In drei Systemen von 15, 27 und 10 *ha* Fläche fällt bei einer Anreicherung

bis 28,5° *B.* Salz zweiter Güte,
„ 31° „ „ dritter „
„ 32,5° „ „ vierter „

Der Gehalt an Magnesiumsalzen nimmt zu, der Chlornatriumgeha ab, wie folgende Analysen zeigen:

	Salz 1. Güte Speisesalz	Salz für die Fabriken, von 27 bis 29° *B.*	Salz zum Einsalze (Pökeln), von 29 bis 32,5° *B.*
Chlornatrium	97,100	94,212	91,217
Chlorkalium	—	Spur	0,122
Chlormagnesium	0,100	0,377	1,300
Schwefelsaures Calcium .	1,115	0,621	0,440
„ Magnesium	0,221	0,506	0,612
Unlöslich	0,050	0,030	0,050
Wasser	1,400	4,201	5,758
	99,986	99,947	99,499

Auf 7 *ha* Fläche setzen sich bei einer Verdunstung bis 35° *B.* aus der Mutterlauge die *Sels mixtes* ab, ein Salzgemisch, das fast zu gleichen Teilen Chlornatrium und schwefelsaures Magnesium enthält. Dieses Salzgemisch wird in der benachbarten Fabrik weiter verarbeitet. Der Rest der Mutterlauge, noch 16 *Liter* von 1 *cbm* Meerwasser, wird in Behälter, die aus Cementbeton hergestellt sind, 2 *ha* Oberfläche haben und 4 *m* tief sind, gepumpt und bleibt den Winter über stehen. Bei etwa + 12° *C.* fällt krystallisirtes Bittersalz nieder, bei weniger als 12° krystallisirt Carnallit aus. Durch Bedecken mit einer Schicht süfsen Wassers schützt man die Lauge im Winter vor zu grofser Abkühlung. Die Lauge, die durch Auskrystallisiren von Bittersalz auf 33° *B.* zurück-

Digitized by Google

gegangen ist, wird in der Fabrik zur Gewinnung von Glaubersalz und Chlorkalium weiter verarbeitet. Nach der Abscheidung von Glaubersalz durch Abkühlung mit *Carré*scher Eismaschine unter Verdünnung mit Wasser bis 25° *B.* (1,210 *spf. Gew.*) wird aus der verbleibenden Lauge durch Eindampfen in Pfannen noch Kochsalz gewonnen, bis die Mutterlauge eine Dichtigkeit von 35° *B.* (1,321 *spf. Gew.*) erreicht. Das hierbei gewonnene Kochsalz wird durch Centrifugen von anhaftender Chlormagnesiumlauge gereinigt, und man erhält als raffinirtes Siedesalz ein sehr reines, weifses Produkt.

Die spanischen Salinen Torrevieja und la Mata[1]) am Mittelländischen Meere bestehen aus Lagunen, deren Boden 2,5 und 1,5 *m* tiefer als der Meeresspiegel liegt. Sie sind von etwa 40 *m* hohen Hügeln umgeben. Ein gegen 1700 *m* langer, 2 bis 4 *m* tiefer Kanal (*Acequión*) führt das Salzwasser nach Bedarf aus dem Meere den Lagunen zu und läfst sich durch ein Schleufsenthor schliefsen. Die nutzbare Oberfläche der Lagunen beträgt bei der Saline Torrevieja etwa 1600 *ha*, bei la Mata 600 *ha*. Zur Salzgewinnung läfst man auf dem Boden der Lagunen ein Salzbett sich bilden, das 42 *cm* und auf der Saline la Mata 30 *cm* stark ist. Um zu verhüten, dafs das Salz durch Zuflüsse aus dem höheren Gelände verunreinigt wird, legt man Gräben und Wälle an. Bei starken Regengüssen führen vorkommende Überflutungen Schlammmassen in die Lagune, so dafs man, um reines Salz zu gewinnen, oft eine Salzdecke zum Schutz über der Schlammeinschwemmung stehen lassen mufs. Der Boden der Lagune erhöht sich dadurch nach und nach und mufs im Laufe der Jahre von neuem vertieft werden. Man wartet für den Betrieb die günstigste Jahreszeit ab, wenn die Luft trocken ist, Niederschläge weniger zu erwarten sind und die mittlere Temperatur etwa 30° beträgt. Es entsteht dann über dem Mutterlager jedes Jahr eine Salzdecke von 5 bis 7 *cm*, auf der Saline la Mata von 5 bis 6 *cm* Stärke, da hier, um nicht zu viel von dem dünneren Mutterlager aufzulösen, weniger Meerwasser eingelassen wird. Über der Salzdecke bleiben 30 bis 35 *cm* Flüssigkeit stehen, hoch genug, um die Transportkähne zu tragen. Diese sind etwa $3^1/_4$ *m* lang und 3 *m* breit und fassen 3 *t* Salz. Man bricht die Salzdecke von den Transportkähnen aus, auf denen je zwei Arbeiter stehen, mit eisernen Stangen und Haken auf und fährt die gewonnenen Stücke von etwa 5 bis 20 *kg* Gewicht in den Kähnen auf die Niederlageplätze, wo das Salz unbedeckt in Haufen von 250 *m* Länge, 25 bis 30 *m* Breite und 7 bis 10 *m* Höhe mit einem Böschungswinkel von 45° liegen bleibt. Zum Ausladen aus den Kähnen bedient man sich aus Stroh geflochtener Körbe, die 50 bis 60 *kg* fassen, von denen das Dutzend 5,5 *Pesetas* kostet.

Um Salz erster Güte zu erhalten, wird das Rohsalz einem Waschprozesse in der Weise unterworfen, dafs man es vor dem Einladen

[1]) *Revista minera* 1893, p. 287.

Digitized by Google

in die Kähne mittels einer besonders geformten Schaufel in der Soole mehreremale hin- und herzieht. Im Durchschnitt hat das Salz folgende Zusammensetzung:

Chlornatrium	97,61 *Pzt.*,
Chlorkalium	0,12 „
Chlormagnesium	0,08 „
Schwefelsaures Calcium	1,39 „
Unlösliches	0,27 „
Wasser	0,53 „
	100,00 *Pzt.*

Ein sehr grobkörniges, Kandiszucker ähnliches Salz (*Sol de grumos*) erhält man dadurch, dafs man dünne Holzstäbchen in den Boden der Lagune steckt, an denen sich das Salz in Würfelform ansetzt.

Die Leistungsfähigkeit der Saline Torrevieja wird zu 1050000 *t*, der Saline la Mata zu 198000 *t* jährlich angegeben. Die Saline von la Mata ist seit mehreren Jahren aufser Betrieb.

Die Gewinnungskosten setzen sich, auf 1 *t* berechnet, wie folgt zusammen:

Arbeitslöhne	1,346	*Pesetas* (= *Frcs.*),
Materialien	0,097	„
Verwaltungskosten	0,877	„
Fuhrkosten	1,000	„
Lagerverlust der Haufen	0,160	„
Verschiedenes	0,200	„
	3,680	*Pesetas* für Salz I. Güte,
und	3,28	„ „ „ II. „
In der Saline zu Cadix betragen die Selbstkosten	2,37	„ „ 1 *t* Salz.

Die Verkaufspreise betragen in Torrevieja höchstens:

für Spanien bei

gewaschenem Salz	10 *Pesetas* auf 1 *t*,
ungewaschenem Salz	8,50 „

für den Export bei

gewaschenem Salz	8,50 *Pesetas*,
ungewaschenem Salz	7 „

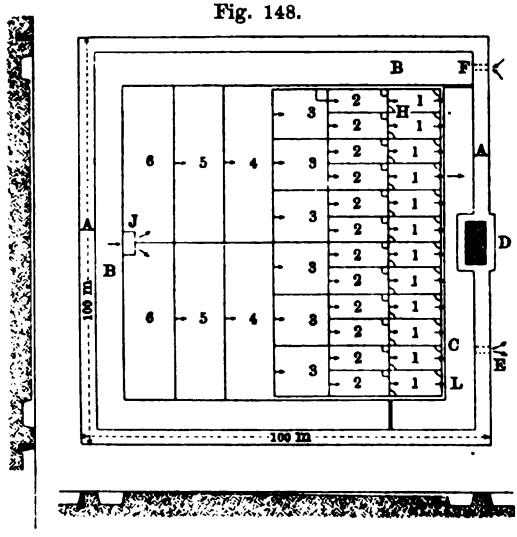
In Griechenland [1]), wo nur Seesalz erzeugt wird, was seit 1833 Staatsmonopol ist, verfährt man in Leukas, Anabyssos bei Laurium und Milos so, dafs man in den aus seichten Teichen (*Halopegia*, *Halukai*) bestehenden Salzgärten von Mai bis August kontinuirlich die angereicherte Soole den Salzausscheidungsbehältern zuführt, bis sich

[1]) Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Griechenland in der Nationalausstellung von Athen 1888, von *Prof. Const. Mitzopulos*. *P. J.* 1889, **272**, 602.

Digitized by Google

eine feste Salzschicht von 7 bis 8 *cm* gebildet hat. Auf den übrigen Meersalinen zu Mesolongion, Artas, Volos, Dombroena, Lamia und Naxos unterbricht man die Salzausscheidung allwöchentlich, sammelt das inzwischen erzeugte Salz und leitet dann erst wieder konzentrirtes Seewasser zu. Die erstere Methode wird als die bessere und billigere angesehen, die indessen feste, vor dem Verkaufe noch zu zerkleinernde Salzbrocken liefert. Die zweite Methode liefert weniger Salz, dieses ist aber locker und ohne weiteres verkäuflich. Der Kostenaufwand für die Gewinnung ist auf 1 *Oka* (= etwa $1^1/_2$ *kg*) kaum 1 *Lepton* (= 1 *Centime*), während durch Verkauf 15 *Lepta* dafür gelöst werden, so dafs der Staat guten Gewinn aus dem Betriebe zieht. Im ganzen werden etwa 17000 *t* Seesalz erzeugt. Neuerdings besorgt die griechische Monopolgesellschaft den Vertrieb des Salzes und kauft es vom Staate für 10 *Lepta*.

Fig. 148.



Anders als an den französischen und spanischen Meeresküsten ist das Verfahren bei der Seesalzgewinnung in den österreichischen Salinen am Adriatischen Meere in Istrien und Dalmatien. Nach *v. Arbessers* Reisebericht über die österreichischen Seesalinen[1]) ist die Einrichtung folgende (Fig. 148 und 149).

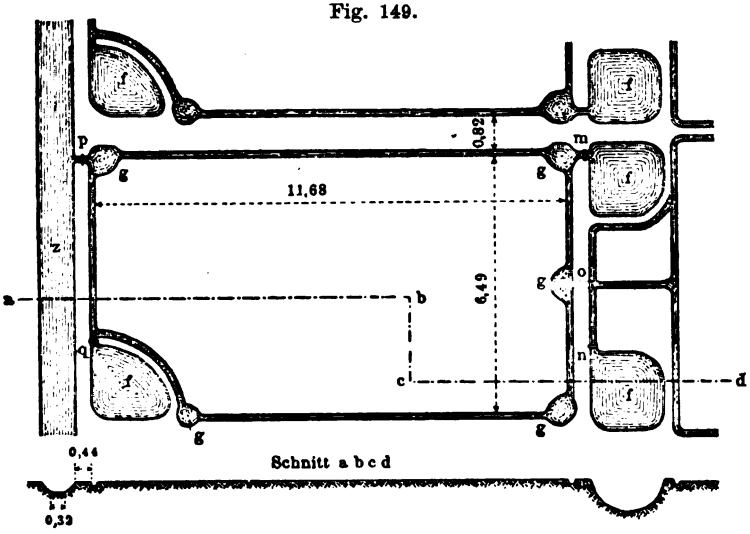
Die Salinenanlage (*fondamento*) ist von einem Hauptdamme (*argine*) (*A*, Fig. 148) umgeben. Dieser hat nach der Meeresseite zu zwei Öffnungen, von denen der eine *F* für den Eintritt des Meerwassers, der andere *E* für den Austritt des Regenwassers bestimmt ist. Von *F* fliefst das Meerwasser in den Reservoirgraben (*fasso*) *B*, wo es sich klärt und etwas verdunstet. Bei *J* wird das Meerwasser durch künstliche Mittel in die höchst gelegenen Konzentrationsbassins (*Tondon*) (6) gehoben. Aus diesen fliefst die Soole in natürlichem Gefälle in die Bassins zweiter Ordnung (*moraco*) (5), aus diesen in die dritter Ordnung (4) (*sopra corbolo*), aus diesen in die in je drei Teile geteilten Beete vierter Ordnung (3) (*corbolo*) und aus diesen in die in zwei Teile

[1]) *K. K. Hof- u. Staatsdruckerei*, Wien. *C. v. Balzberg*, Die Siedesalzerzeugung u. s. w., S. 148.

Digitized by Google

geteilten Beete fünfter Ordnung (2) (*servitore*), dann endlich in die Krystallisationsbeete sechster Ordnung (1) (*cavedini*), die in Zahl und Gröfse den vorhergehenden, den *servitori*, gleich sind. Neben den *cavedini*, gegenüber den *servitori*, liegt ein Graben (*euel* oder *lida*), der bei Regenwetter das Wasser sammelt und in das Sammelbassin *L* (*libador*) ableitet, aus dem es bei Ebbe durch das Schleufsenthor *E* in das Meer geführt wird. Die *cavedini*, *servitori* und zuweilen auch die *corboli* sind mit Gruben versehen, die die in ihnen enthaltene Soole aufnehmen können, wenn Regenwetter eintritt. Die Regenwasser haben dann freien Abfluſs nach *L* und können die angereicherte Soole nicht verwässern. Die Beete werden gut abnivellirt und mit einem graublauen, plastischen Thone ausgeschlagen, der anfangs grau und nach

Fig. 149.



der Erhärtung schwarz aussieht. Auch sind gemauerte und asphaltirte Beete in Gebrauch, jedoch sind die Kosten dieser Ausführung sehr hoch.

Drei Jahre sind vom Beginn der Herstellung bis zur völligen Brauchbarkeit erforderlich. Während dieser Zeit darf der Boden nicht austrocknen, auch nicht durch Süfswasser aufgeweicht werden, mufs vielmehr auch im Winter mit Seewasser bedeckt bleiben. Jeder Pflanzenwuchs mufs unterdrückt werden. Der Boden der Salzerzeugungsbeete darf nicht betreten werden. Die Beete sind deshalb nicht allzu breit, 6,7 bis 10 *m*, und 12 bis 17 *m* lang. Im Krystallisationsbeete steht die Soole nur 5 *mm* hoch. Die Gruben *f* (Fig. 149) neben den Beeten sind 760 *mm* tief und nehmen nur den 152. Teil der Beetfläche ein, so dafs sie den ganzen Beetinhalt an Soole aufzunehmen vermögen. Rings um die Salzerzeugungsbeete, oft auch um die Hülfsbeete, läuft eine Rinne mit kleinen Sümpfen *g*. Diese dienen dazu, das Abziehen der Soole in die Gruben und des Regenwassers in den Graben zu

Digitized by Google

beschleunigen. Beim Einlassen der Soole aus den Hülfsbeeten in die Erzeugungsbeete sind die kleinen Schützen *mnpq* geschlossen, während *o* geöffnet ist. Die Durchlafsöffnung ist oft nur ein im Damme angebrachtes rundes Loch, das mit einem abgerebelten Maiskolben als Pfropfen geschlossen wird. Die Soole fliefst dann zunächst in den Graben und überrieselt von allen Seiten die Beete, bis der gewünschte Soolstand erreicht ist. Die Gruben *f* bleiben dabei leer. Die Öffnung *o* wird nun geschlossen. Sobald Regen fällt, werden die Schützen *m*, *n* und *q* geöffnet, so dafs die Soole in die Behälter *f* abläuft, dann werden *n*, *m*, *q* geschlossen und *p* wird geöffnet, so dafs das auf das Beet fallende Regenwasser durch die Öffnung *p* in den Abflufsgraben *s* abfliefsen kann. Die Salzgewinnung beschränkt sich auf die Sommermonate. Anfangs April wird mit dem Reinigen und Ausbessern der Böden und Dämme begonnen. Bei günstigem Wetter läfst man die in den Vorbeeten angereicherte Soole in die Erzeugungsbeete 5 *mm* hoch einfliefsen. Bis zum Vormittag des nächsten Tages ist dann die Soole in der Regel gesättigt. Um die Sättigung zu beschleunigen und gröfsere Krystalle zu erzielen, wird auf die Beete sogenanntes Grausalz gestreut. Wenn die Krystallisation begonnen hat, wird von Zeit zu Zeit mit einem Schöpfer Mutterlauge aus den Behältern *g* über das Beet gespritzt, damit verhütet wird, dafs sich Salzkrusten an der Oberfläche bilden. Bei günstigem Wetter tritt gegen 4 Uhr nachmittags die Reife ein. Mutterlauge befindet sich nur noch in den Rinnen und in den Sümpfen *g*. Das auskrystallisirte Salz bedeckt den Boden der Beete.

Das Salz wird zunächst mit längeren, dann mit kürzeren hölzernen Krücken vorsichtig an die langen Seiten der Beete gezogen und aufgehäuft. Nach 10 Minuten ist die Mutterlauge meist abgeflossen, das Salz wird auf die zwischen den Erzeugungsbeeten liegenden Dämme gebracht und in Pyramiden aufgehäuft. Dort bleibt es bis zu Beginn der Dämmerung liegen. Es wird dann in hölzernen Mulden, die 50 bis 60 *kg* Salz fassen, nach kleinen, neben den Gärten liegenden Magazinen gebracht, wo sich der Aufseher aufhält.

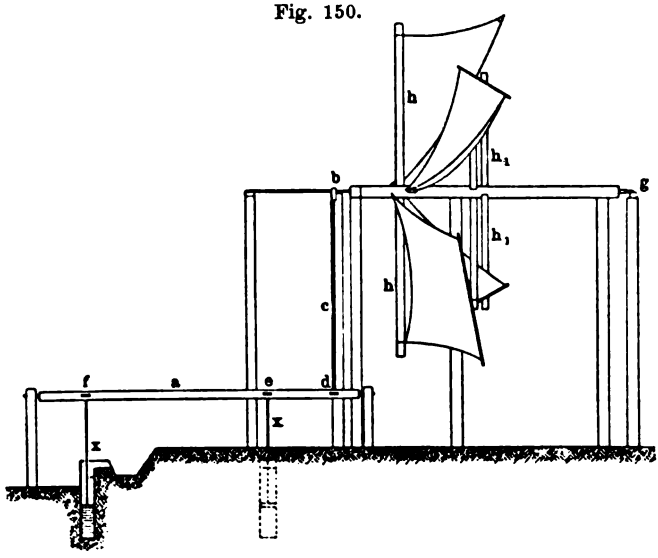
Die Beete werden, wenn die Mutterlauge abgelaufen ist, der Bestrahlung durch die Sonne ausgesetzt, damit sich der Boden gut durchwärmt, dann wird von neuem Soole eingelassen. Dasselbe Verfahren wendet man auch bei den Hülfsbeeten und Konzentrationsbeeten an, wenn es die Soolstände erlauben. Bei günstiger Witterung wird täglich eine Ernte gemacht. Die Ausbeute beträgt $^1/_2$ bis 1 *kg* Salz auf das Quadratmeter der Erzeugungsbeete. Bei ungünstiger Witterung benutzt man nur die Hälfte der Erzeugungsbeete zur Salzgewinnung, die übrigen mit zur Anreicherung der Soole, oder man verzichtet auch für den Tag auf eine Ernte.

Auf istrischen Salinen erntet man in der Regel täglich, in Stagno vergehen zwei Wochen von einer Ernte zur anderen.

Digitized by Google

Das Salz ist bei der schnellen Krystallisation ziemlich feinkörnig und reich an zerfliefslichen Salzen, auch ist es durch den Lehm des

Fig. 150.



Bodens etwas grau gefärbt. In den ärarischen Magazinen lagert es noch zwei Jahre, wobei sich ein grofser Teil der anhaftenden Mutterlauge in den Boden zieht.

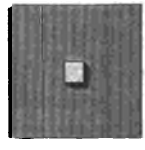
Auf diese Weise läfst sich die Salzgewinnung bis zum November fortführen. Im Winter werden dann nur etwa Unterhaltungsarbeiten ausgeführt.

Fig. 151a.

Die Vorrichtungen, Geräte und Werkzeuge zum Betriebe der Seesalinen sind durchweg sehr einfach, da es wichtig ist, die Gewinnung möglichst billig zu machen.

Als Schützen in den Kanälen dienen kleine Brettchen von Holz, oder Lehmhaufen, zu Spünden verwendet man abgerebelte Maiskolben, die in die Ein- und Ablauföffnungen gesteckt werden.

Fig. 151b.

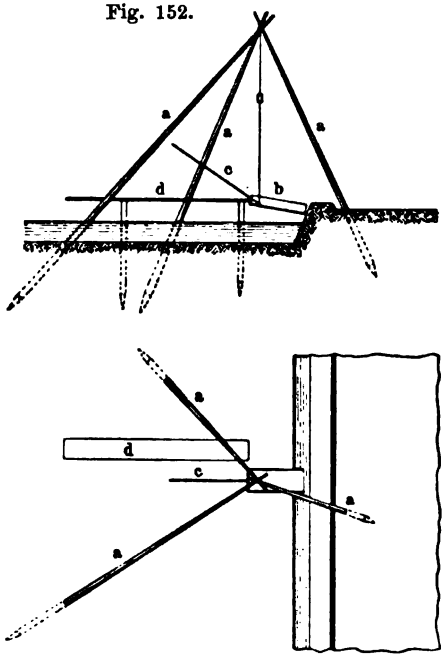


Zum Heben der Soole in die Beete dient das Windmühlenrad (Fig. 150). Es treibt zwei oder mehr einfache Hubpumpen. Die Pumpen haben einen aus vier Brettern zusammengesetzten Pumpenstiefel, in den sich ein quadratischer Kolben bewegt. Dieser besteht aus einem gröfseren festen Mittelbrett und zwei damit durch Lederstreifen verbundenen beweglichen Seitenbrettern als Ventilklappen (Fig. 151a und 151b)). Am Mittelbrett ist die Kolbenstange befestigt. Die Kolbenstangen *x x*

Digitized by Google

(Fig. 150) sind an seitlichen Hebelarmen *e f* der Welle *a* befestigt. Die Welle wird durch die Kurbelstange *c* mittels des Hebelarmes *d* hin- und herbewegt. Das Windmühlenrad besteht aus zwei vierarmigen Holzkreuzen *h h*, h_1 h_1, zwischen denen Leinwandsegel eingespannt sind. Das von der Pumpenwelle abgekehrte Ende der Windradwelle *g* liegt auf einer horizontalen kreisförmigen Eisenschiene, so dafs dem Rade bis zu einer Viertelkreiswendung eine der Windrichtung entsprechende Stellung gegeben werden kann. Schubstange und Kurbelzapfen haben in der Verbindung so viel Spielraum, um diese Veränderungen der Radwellenrichtung zuzulassen.

Fig. 152.



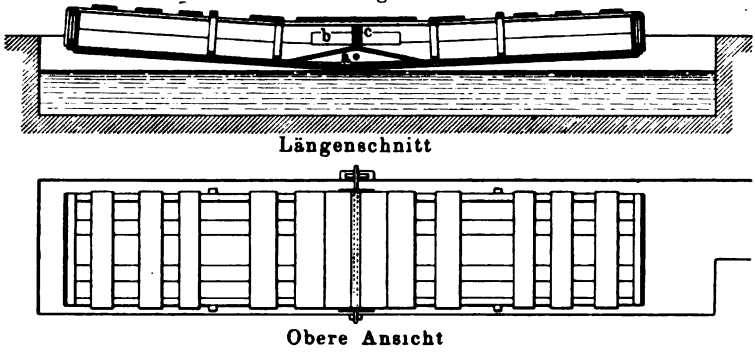
Um geringe Mengen Wasser oder Soole zu schöpfen, benutzt man die Wasserwurfschaufel (*Zornador*) (Fig. 152). Ein Holzkasten *b*, der mit einem Stiele *c* versehen ist, ist an einem Dreifufse *a a a* beweglich aufgehängt. Auf einem daneben auf Pfählen befestigten Brette *d* steht der Arbeiter und versetzt die Schaufel mit dem Stiele in schwingende Bewegung. Die Schaufel taucht beim Zurückziehen in der tiefsten Stellung bis ins Wasser und wirft das geschöpfte Wasser beim Vorwärtsschwingen in der höchsten Stellung über den Damm in den höher liegenden Graben oder das höher liegende Beet. Die Schaufel ist leicht zu handhaben und kann auch von Kindern bedient werden.

Gröfsere Mengen Wasser lassen sich mittels der Tretwage auf geringe Höhe heben. Die Tretwage besteht aus einem 6 *m* langen Holzkasten (Fig. 153), dessen Boden und Langseiten fest zusammengefügt sind. Die Stirnseiten sind mit Klappen versehen, die sich nur nach innen öffnen. Der Kasten ist an einer über dem Wasserspiegel liegenden horizontalen eisernen Achse *a* beweglich. Über der Achse hat er auf einer Seite eine längliche Öffnung *b*, oben ist er mit einigen Brettern benagelt, auf denen die Arbeiter stehen. Die Scheidewand *c* teilt ihn in zwei Abteilungen. Das Schöpfen geschieht auf die Weise, dafs sich vier Arbeiter auf das eine Ende des Kastens stellen, wodurch

Digitized by Google

dieser Teil bis auf den Boden des Reservoirs gedrückt wird und durch die Klappe Wasser eintreten läfst. Sobald der Kasten bis an den Wasserspiegel gefüllt ist, gehen die Arbeiter auf das entgegengesetzte Ende des Kastens. Dadurch wird dieses zur Füllung untergetaucht und die gefüllte Abteilung gehoben, so dafs der Inhalt durch den

Fig. 153.



Längenschnitt

Obere Ansicht

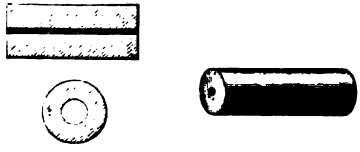
Schlitz *b* abfliefst. Im Verhältnis zu der aufgewendeten Arbeitskraft ist die Leistung der Tretwage sehr gering.

Nur selten werden auch Kreiselpumpen gebraucht (z. B. in Stagno).

Von kleineren Werkzeugen sind zu nennen: Der Dammschlägel (*battica*) (Fig. 154), der zum Befestigen des Bodens und der Dämme

Fig. 154.

Fig. 155.



dient; die Walze (*rodolo*) (Fig. 155), mit der man die Wandungen und den Boden der Beete glättet; der Schöpfer (*batazzo*) (Fig. 156, a. f. S.), den man zum Besprengen der Erzeugungsbeete benutzt; die Krücken (*gavro*), halblange und lange (Fig. 157 a und 157 b), dienen zum Ausziehen des Salzes; das Filter (Fig. 158); die Salzmulden (*alboi*) (Fig. 159), in verschiedenen Gröfsen, dienen dazu, um das Salz in die Magazine zu schaffen. Die Dammschaufel (Fig. 160), die Schlammschaufel (*sessola*) (Fig. 161) und die Auffafsbrettchen (*palmoni*) (Fig. 162) benutzt man zum Reinigen der Beete.

Die günstigen Bedingungen für die Anlage und den Betrieb einer Meersaline sind[1]):

1. Das Meerwasser mufs einen normalen oder übernormalen Salzgehalt haben.

[1]) *M. Arbesser*, *Ö. Z.* (*Vereinsmitteilungen*) 1894, **42**, 21 u. 34.

Digitized by Google

2. Der Küstenstrich mufs trockenes und heifses, meist sehr niederschlagsarmes Klima haben und soll regelmäfsigen trockenen Winden ausgesetzt sein.

3. Der Untergrund der Saline soll aus einem für Wasser undurchlässigen feinen thonigen Material bestehen und in bedeutender Ausdehnung nahezu horizontal und eben und nur etwa so hoch gelegen sein, dafs er zur Zeit der Ebbe blofsgelegt wird.

4. Ebbe und Flut sollen womöglich regelmäfsig verlaufen und so stark entwickelt sein, dafs die Hebung und Senkung des Meeresspiegels

Fig. 156.

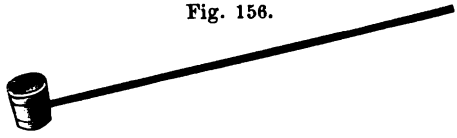


Fig. 158.

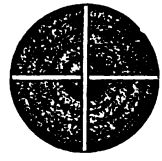


Fig. 157 a.

Fig. 157 b.

Fig. 159.

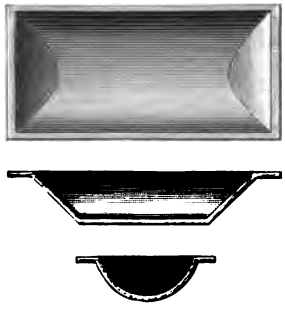


Fig. 160.

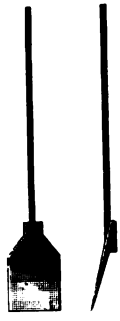


Fig. 161.

Fig. 162.

zur Füllung und Entleerung der Salzbeete ausgenutzt werden kann, jedoch nicht so, dafs durch heftige Fluten der Bestand der Salinen gefährdet wird.

Die Niederschlagsmenge ist bei istrischen Salinen 80 *mm*, bei der Saline zu Stagno 60 *mm* im Monat. An schönen Tagen verdunstet 2,8 *kg* Wasser auf 1 *qm* Salinenfläche.

Sehr günstige Bedingungen für die Anlage einer Meersaline bietet die flache Sandküste auf der Südseite des Epomeo bei Maronti auf

Digitized by Google

der Insel Ischia[1]). Der Boden ist dort zum gröfsten Teil so heifs, dafs man nur kurze Zeit stehend darauf verweilen kann. Mehr als 70000 *qm* dieser Sandküste zeigen 30 *cm* unter der Oberfläche eine Temperatur von 50 bis 56° *C.*, bis zu 1 *m* Tiefe wächst die Wärme auf 105° *C.* Auch unter dem Meerwasser bleibt an vielen Stellen der Boden so warm, dafs man nicht mit nackten Füfsen darauf verweilen kann. Bei 60 *cm* Tiefe wurde durchweg auf der 7 *ha* grofsen Fläche eine Wärme von 100° *C.* gemessen. Das Wasser zweier kleiner Bäche erreicht bis zum Einflufs in das Meer eine Wärme von 70 bis 100° *C.* Die Absicht, an dieser Stelle eine Meersaline anzulegen, ist infolge des Erdbebens im Jahre 1883 vereitelt worden. Nach den Berechnungen des Konsortiums, das den Plan zur Ausführung bringen wollte, hätte ganz Italien von da aus mit Salz versorgt werden können. Während sonst das Salz 55 *Lire* die Tonne (1000 *kg*) kostet, verpflichteten sich die Unternehmer, das Speisesalz zu 15 *Lire* und die Nebensalze zu 20 *Lire* zu liefern. Die von Staatswegen angestellten Untersuchungen bestätigten die Angaben, so dafs die Konzession auf 99 Jahre (am 1. Juni 1879) erteilt wurde.

Man gedachte 1 *m* tiefe Salzbeete anzulegen, die sich durch Kanäle bei der Flutzeit mit Meerwasser füllen und infolge der Bodenwärme das Wasser in drei Tagen bis zur völligen Trockenheit verdunsten und Salz abscheiden würden, wie durch Versuche mit Zinkbehältern nachgewiesen worden war. Für jede Füllung, Verdunstung und Entleerung würden sechs Tage zu beanspruchen sein, so dafs jährlich 60 mal eine Füllung abgedünstet werden könnte. Da 1 *cbm* Meerwasser

27,22 *kg* Kochsalz,
14,41 „ Nebensalze,
also 41,63 *kg* Salze

überhaupt enthielt, so würden bei nur 45 Abdunstungen jedes Quadratmeter jährlich

1224,90 *kg* Kochsalz,
648,45 „ Nebensalze

liefern können. Leicht liefse sich ein Becken von 100000 *qm* anlegen, auf dem jährlich 122000 *t* Kochsalz und 64845 *t* Nebensalze zu gewinnen wären. Die Raffinirung würde bei Benutzung der heifsen Bäche billig und einfach sein. An Selbstkosten mit den Kosten der Steueraufsicht waren 2,66 *Lire* auf 1000 *kg* berechnet, so dafs selbst bei dem niedrigen Verkaufspreise der Gewinn sehr bedeutend gewesen wäre.

Sehr günstig liegen die Salzgärten von Shaik-Othmann in Arabien[2]), 5 *km* westlich vom Hafen bei Aden, die ähnlich wie die

[1]) *B.- u. H. Z.* 1892, **51**, 347.
[2]) *Winklehner* in *Ö. Z.* 1891, **39**, 148.

Digitized by Google

adriatischen Salzgärten eingerichtet sind. Der Boden, mariner Letten, ist weich, leicht zu verarbeiten und undurchlässig für Wasser. Die Küste ist flach und die Salzbeete können meist durch die Flut gespeist werden. Die Salzgärten erstrecken sich über 200 *ha*. Das Klima hat Temperaturen bis 46 und 48° *C*. Beständig wehen warme Winde, der Monsum, die nur im Mai und September aussetzen, selten fällt Regen, infolge dessen ist eine schnelle, leichte Trocknung des Salzes möglich.

Die Behälter sind 3000 bis 4000 *qm* grofs, 1 *m* tief und mit dem Meere durch Schleufsen verbunden. Sie können bei Flut bis auf 40 bis 50 *cm* gefüllt werden. Nach sechs bis sieben Tagen ist alles nutzbare Salz abgeschieden. Der Rest der Mutterlaugen wird durch Schöpfschrauben weggeführt. Die Füllung wird mehreremale wiederholt. Ist die Salzschicht stark genug, so wird sie aufgebrochen und zerkleinert. Das Salz wird aufgestapelt und trocknet so. Neuerdings läfst man das Meerwasser und die Soole durch mehrere Beete cirkuliren und gewinnt das Salz nur in dem letzten Sammelbeete. Das Salz ist in den Haufen nach einigen Tagen trocken. Es wird dann in einer Mühle zu *saltpowder* vermahlen, der gangbarsten Form des Handels, in Kippwagen auf Feldbahnen durch Kameele an die Verladungsstelle gefahren und lose in den Schiffsraum gestürzt. 250 bis 300 Mann arbeiten in den Salzgärten, es sind Araber und Neger aus Zanzibar. Die Schöpfschrauben werden mit der Hand bewegt. Etwa 6000 *t* Salz werden jährlich gewonnen. Es wird nach Calcutta, auch nach Madagaskar und St. Maurice verhandelt. Diese Absatzgebiete wurden früher von Italien versorgt. Die Besitzer haben von der englischen Regierung das Salzgewinnungsmonopol auf 99 Jahre erworben.

Über die Vorgänge bei der Verdunstung des Meerwassers s. S. 175 u. f. Es scheidet sich zuerst kohlensaures Calcium mit Eisenoxyd ab. Letzteres stammt aus dem Meerwasser oder aus dem Boden der Teiche. Es wird durch die im Salzwasser entstandenen faulenden organischen Substanzen zu Eisenoxydul reducirt und mit überschüssiger Kohlensäure als doppeltkohlensaures Eisenoxydul aufgelöst, fällt aber dann an der Luft als Eisenoxydhydrat nieder. Bei 15 bis 18° *B*. beginnt schwefelsaures Calcium in wasserhaltigem Zustande sich niederzuschlagen. Dessen Ausscheidung ist bei 25° *B*. fast beendigt, da es in der mit schwefelsaurem Magnesium angereicherten Lösung unlöslich ist. Dann scheidet sich Kochsalz zunächst in grofsen klaren Krystallen ab, die dann immer kleiner und weniger durchsichtig werden, je reicher die Soole an Chlormagnesium wird und je mehr sich infolge dessen die Löslichkeit des Kochsalzes in der Soole verändert. Bei 30° *B*. mufs die Mutterlauge abgezogen werden.

Bei der Anreicherung von 30 bis 35° *B*. treten verwickeltere Reaktionen ein, weil dann auf die Krystallisationen die Temperatur-

Digitized by Google

unterschiede zwischen Tag und Nacht Einfluſs haben. Bei Tage wird infolge der Verdunstung vorwiegend Chlornatrium abgeschieden, nachts krystallisirt bei Abkühlung der Lauge schwefelsaures Magnesium aus. Die Abscheidung des Bittersalzes, das mit den Kochsalzkrystallen eine feste Salzkruste bildet, wird durch die Gegenwart von Chlormagnesium begünstigt, da es dann weniger löslich ist, als in reinem Wasser. Sinkt die Temperatur der Luft plötzlich auf 10°, so setzen sich in der Mutterlauge gröſsere Mengen von reinem Bittersalz ab. Zieht man die Mutterlauge von den jedesmaligen Krystallisationen öfters ab und stellt sie zur weiteren Krystallisation in dünnen Schichten hin, so läſst sich die Beschaffenheit der zur Tages- und zur Nachtzeit abgesetzten Krystalle ermitteln.

Mutterlauge von 35° *B.* giebt in der ersten Nacht fast reines Bittersalz, die erste Mutterlauge davon am folgenden Tage ein Gemenge von Kochsalz, Bittersalz und zuweilen Chlorkalium, die davon getrennte zweite Mutterlauge in der Nacht ziemlich reines Bittersalz, die dritte Mutterlauge von 33 bis 34° *B.* = 1,308 bis 1,320 *spf. Gew.*, am nächsten Tage ein Gemisch von auskrystallisirtem Bittersalz und Kochsalz, Chlor- und Brommagnesium mit schwefelsaurem Kaliummagnesium von der Zusammensetzung $K_2SO_4 + MgSO_4 + 6\,H_2O$. Dieses Doppelsalz bildet die Hauptmasse. Es kann durch Umkrystallisiren leicht rein erhalten und als Material zur Darstellung von Kalialaun verwendet werden. Durch Zersetzen der Lösung mit Soda läſst sich daraus kohlensaures Magnesium und schwefelsaures Kalium darstellen. Die vierte Mutterlauge liefert in der nächsten Nacht bei 36° *B.* ein neues Doppelsalz von Chlorkalium und Chlormagnesium, mit ersterem gemischt.

Da die Zerflieſslichkeit des Chlormagnesiums eine weitere Konzentration über 37° *B.* durch Verdunstung schwierig macht, so dampft man zweckmäſsig über Feuer ein und erhält dann aus der fünften Mutterlauge während des nächsten Tages das Doppelchlorür von Kaliummagnesium, ebenso während der Nacht, aber dann mit Bittersalz gemengt, wenn die Temperatur zu schnell und zu stark sinkt. Die letzte Mutterlauge von 38 bis 40° *B.* enthält neben etwas Kochsalz und Bittersalz im wesentlichen Chlormagnesium, welches im Herbst bei + 6° und darunter reichlich auskrystallisirt.

Das in den Salzgärten gewonnene Seesalz ist von weiſser, oft auch grauer und rötlicher Farbe. Die Verunreinigungen rühren gewöhnlich von dem Thon der Beete her. Folgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung des Seesalzes:

Digitized by Google

Seesalz	$NaCl$	$MgSO_4$	$MgCl_2$	$CaSO_4$	Na_2SO_4	Unlösliches	Feuchtigkeit
1. Von St. Felice bei Venedig, nach *Schrötter* und *Pohl*	95,91	—	0,46	0,49	0,40	0,16	2,58
2. Von Trapani in Sicilien	96,35	—	0,50	0,45	0,51	0,07	2,12
3. Seesalz 1. Güte . . .	95,19	1,69	—	0,56	—	—	2,45
4. „ 2. „ . . .	89,19	6,20	—	0,81	—	0,20	3,60
5. „ 3. „ von St. Ubes in Portugal, nach *Berthier*	80,09	7,27	—	3,57	—	0,20	8,36
6. Von Figueira, nach *Berthier*	91,14	3,54	0,70	0,33	—	—	4,20
7. Von Lymington, nach *Henry*	93,70	3,50	1,10	1,50	—	0,20	—
8. Desgleichen *cat salt* .	98,80	0,50	0,50	0,10	—	0,10	—
9. Von Schottland durch Versieden des Meerwassers erzeugt, nach *Henry*	93,55	1,75	2,80	1,50	—	0,40	—
10. Von St. Ubes . . .	96,50	0,25	0,32	0,88	—	0,10	1,95
11. „ „ „ . . .	95,86	0,35	0,24	1,30	—	0,15	2,10
12. „ „ „ nach *Karsten*	92,46	0,66	0,55	2,28	—	0,95	3,10
13. Aus Oléron	96,425	0,425	0,20	1,95	—	1,00	—
14. „ Marennes, der Charente inférieure in Frankreich	97,20	0,50	0,40	1,20	—	0,70	—
15. Von Languedoc und der Bretagne . . .	95,11	1,30	0,23	0,90	—	0,10	2,35
16. Graues Salz von den Küsten der Bretagne	87,97	0,50	1,58	1,65	—	0,80	7,50

Die Analysen unter 1. und 2. hinterliefsen einen aus Kalk, Thonerde, Eisenoxyd, Magnesia, Phosphorsäure, Kohlensäure und Quarzsand bestehenden Rückstand.

Es enthielt ferner Seesalz von	Chlornatrium	Fremde Salze
Curaçao, nach *Mulder*	99,20	0,80
Lissabon „ „	93,54	6,46
St. Ubes „ „	92,89	7,11
Liverpool „ „	94,73	5,27
Frankreich nach *Mulder*	94,74	5,26
Rotterdam, raffin., nach *Mulder* .	98,42	1,58
„ ordin., „ „ .	97,82	2,18
Frankreich, nach *Serullas* . . .	91,50	10,61
Ochotzk in Sibirien, nach *Hefs* . .	77,60	22,40

Digitized by Google

Man raffinirt Seesalz auf die Weise, dafs man es in Meerwasser auflöst und die Soole in Pfannen versiedet. Dies geschieht in England, wo man es als *salt upon salt* bezeichnet, in Holland und an anderen Stellen. Rohe Seesalze lassen sich durch Alaun [1]) von organischen und thonigen Beimengungen reinigen, indem man zur erhitzten Lösung Alaunlösung setzt, die die Flüssigkeit klärt. Der Schaum wird abgezogen und die geklärte Lauge, bis sie nahezu trocken ist, eingedampft. Das Salz wird dann völlig getrocknet. Beim Klären verhält sich das schwefelsaure Kalium des Alauns indifferent, wenn keine kohlensauren Alkalien und Erden vorhanden sind; schwefelsaure Thonerde wird dagegen zersetzt, die Thonerde scheidet sich ab und zieht organische Stoffe und thonige Teile an. Auch kann man das Seesalz durch Auswaschen mit möglichst heifser Kochsalzlösung reinigen, wie folgende Analysen zeigen:

	Sicilianisches Salz		Venetianisches Salz von St. Felice	
	roh	mit Alaun gereinigt	roh	mit Salzlösung gereinigt
Chlornatrium	93,349	97,311	92,710	94,072
Chlormagnesium	0,604	0,472	0,411	0,141
Schwefelsaures Calcium	0,709	0,556	0,512	0,373
Schwefelsaures Magnesium . . .	0,409	0,412	0,341	0,060
Wasser und organ. Substanzen .	4,531	0,889	5,940	5,073
Unlöslicher Rückstand	0,163	0,017	0,152	0,116

Das Salz von St. Ubes (Setubaler Salz) in Portugal ist sehr grobkörnig und scharf, löst sich nicht so schnell wie feines und weniger scharfes Salz und ist besonders zum Einsalzen von Fleisch und Fischen gut geeignet. Lissabon liefert nur zweite Qualität; dritte Qualität liefern Oporto, Figueira und Aveiro. Das spanische Salz von Torrevieja bei Alicante wird dem von St. Ubes gleich geachtet, und fast ebenso das von Cadix. Nach Girard [2]) enthält das portugiesische Seesalz 94 bis 97 *Pct.* Chlornatrium und ist arm an Chlormagnesium.

Das Seesalz aus den österreichischen Salzgärten des Adriatischen Meeres erfreut sich keines so guten Rufes als das spanische, portugiesische und französische. Da häufig an vielen Orten täglich Salz aus den Beeten geerntet wird, so kommt beim Ausziehen viel Thon unter das Salz; auch bleibt es deshalb unreiner, weil man es nicht erst längere Zeit in Haufen stehen läfst, sondern sogleich vom Rande der Beete in die Magazine schafft. Durch Umsiedung wird es raffinirt und liefert dann sehr reines Salz. Es enthielten [3]):

[1]) *Ö. Z.* 1867, **15**, Nr. 15, 18 (*v. Kripp*).
[2]) *B.- u. H. Z.* 1872, **31**, 207.
[3]) *Leob. Jahrb.* 1883, **31**, 187.

Digitized by Google

	Raffin. Istrisches Salz[1]) Pzt.	Englisches Exportsalz Pzt.
Chlornatrium	98,051	97,327
Chlormagnesium	0,198	0,186
Schwefelsaures Calcium	0,730	1,729
Schwefelsaures Magnesium	0,126	0,110
Unlöslichen Rückstand	0,098	0,115
Wasser	0,600	0,561
	99,803	100,028

Der unlösliche Rückstand besteht aus kohlensaurem Calcium, Thon und Eisenoxyd.

Frankreich verdankte früher $^5/_6$ seiner Salzproduktion dem Meere, jetzt macht das Seesalz nur noch $^1/_4$ der gesammten Salzproduktion aus; für Spanien ist das Verhältnis des Seesalzes zum Landsalze wie 3 zu 1, bei Portugal wie 15 zu 1, bei Italien wie 13 zu 1, bei Österreich etwa $^2/_9$. Griechenland erzeugt ausschliefslich Seesalz.

3. Gewinnung von Kochsalz aus Soolen[2]).

Siedereibetrieb.

Die Versiedung der Soolen bezweckt die Salzausscheidung bei beschleunigter Verdampfung des Wassers unter Anwendung künstlich erzeugter Wärme, wobei die fremden Bestandteile zum Teil abgesondert werden.

Die Einrichtungen im allgemeinen. Man versiedet in offenen oder geschlossenen Gefäfsen (Siedepfannen oder Kessel) und zwar meist in offenen Pfannen, in geschlossenen Pfannen oder Kesseln dann, wenn man die Verdampfung durch künstliche Absaugung des Dampfes oder durch Einpressen von Luft verstärken, oder wenn man die im Dampfe enthaltene Wärme noch ausnutzen will.

Offene Pfannen erhalten gewöhnlich ein hölzernes Verdeck (Pfannenmantel), das an den Seiten der Pfanne offen bleibt, damit

---

[1]) Nach *L. Schneider.*

[2]) *C. Baltz, Edler v. Balzberg,* Die Siedesalzerzeugung von ihren Anfängen bis auf ihren gegenwärtigen Stand nebst einem Anhange über Seesalinen. *Pr. Z.* 1896, **44**, 207 u. f. und Sonderausgabe (Neubearbeitung der im Jahre 1888 von demselben Verfasser für den Verein Deutscher Salinen und Salzbergwerke verfafsten Preisschrift: „Kritische Beleuchtung aller seit 1860 für den Salinenbetrieb vorgeschlagenen, patentirten oder eingeführten technischen Neuerungen und Vorschläge darüber, in welcher zweckmäfsigsten und billigsten Weise der jetzt übliche Betrieb mit Siede- und Trockenpfannen durch Anwendung neuerer technischer Hülfsmittel oder durch zweckentsprechendere Anordnung der vorhandenen Apparate verbessert werden kann"). Besprochen in *Gf.* 1897, **33**, 59. *Ö. Z.* 1897, **45**, 137.

Digitized by Google

die erforderlichen Arbeiten beim Versieden, besonders das Ankrücken und Ausschlagen des Salzes, ungehindert vorgenommen werden können. Beim Erhitzen der Soole und Ruhen der Arbeit schliefst man die Pfannen wohl auch mit hölzernen Deckladen ringsum ab. Der Pfannenmantel bezweckt, die Oberfläche der Soole vor Abkühlung zu schützen und den Dampf (Broden) nach einem besonderen, über dem Mantel sich erhebenden hölzernen Dampffang (Brodenfang) bis über das Dach des Siedehauses (Kots) hinauszuführen.

Geschlossene Abdampfgefäfse bedürfen einer mechanischen Einrichtung zum Austragen des Salzes, die übrigens auch bei offenen Salzpfannen angewendet werden kann. Die Absaugung des Dampfes aus geschlossenen Pfannen kann durch Essenzug oder durch Exhaustoren erfolgen. Man verwendet die Wärme des Dampfes aus den Pfannen zum Erwärmen von Trockenpfannen zum Salztrocknen, zum Vorwärmen der Soole, die versotten werden soll, zum Erwärmen der Soole in den Abdampfgefäfsen, die zur Salzerzeugung bei niedriger Temperatur und langsamer Abdampfung benutzt werden, oder zur Erhitzung der Soole bis zur Siedehitze in Salzerzeugungsapparaten, indem der abgesogene Wasserdampf komprimirt und dadurch auf eine höhere Temperatur gebracht wird. In der Regel verwertet man die Wärme des Brodens nicht, da die Einrichtungen dazu umständlich und in der Unterhaltung teuer sind.

Zur Erwärmung der Soole in den Abdampfpfannen wendet man gewöhnlich Feuerung an. Als Brennstoff diente früher Holz, jetzt verwendet man Steinkohlen, Braunkohlen, Torf, Lignit. Seltener benutzt man Dampf, mitunter auch andere Wärmequellen, z. B. die Abhitze von Koksöfen, die Wärme der Hochofenschlacken.

Das aus den Abdampfgefäfsen gewonnene Salz ist noch mit Soole behaftet und mufs getrocknet werden. Dies geschieht entweder nur dadurch, dafs man das Salz abtropfen läfst oder dadurch, dafs man aufserdem unter Anwendung von Wärme das Wasser in Trockenräumen oder Trockenapparaten zum Verdunsten bringt, oder anhaftende Soole auf mechanische Weise mittels Centrifugen entfernt.

Zur Aufstapelung des Salzes dienen Magazine, in denen das Salz lagert und verpackt wird.

Wo das lose Salz in Formen gebracht werden soll, sind besondere Räume für die Formgebung nötig.

Man hat hiernach beim Siedereibetriebe zu betrachten:

1. die Abdampfgefäfse (Wärm- und Siedepfannen);
2. die Heizvorrichtungen;
3. die Einrichtungen zur Formgebung und die Trockenvorrichtungen;
4. die Magazine und die Verpackungsräume.

Diese Vorrichtungen und Räume liegen gewöhnlich zusammen in einem Gebäude, dem Siedehause oder Sudhause (süddeutsch), die

Digitized by Google

in Norddeutschland auch Kote oder Salzkote genannt werden (dies wird von *coctura* abgeleitet, so dafs nicht Koth, sondern Kot zu schreiben ist, früher wurde auch wohl Koot geschrieben, indessen findet man die Schreibweise: Koth häufig). Auf eine zweckmäfsige Bauart der Siedehäuser und zweckmäfsige Anordnung der Betriebsräume in diesen hat man Bedacht zu nehmen, damit häufige Ausbesserungen, die den Betrieb unterbrechen würden, vermieden werden. Die Einrichtungen zum Abtropfen, Trocknen und Aufbewahren des Salzes müssen möglichst beisammen liegen, damit nicht weite Transporte entstehen und Arbeitskraft verschwendet wird.

Zum Abtropfen des Salzes wählt man den Pfannenmantel oder neben der Siedepfanne aufgestellte Abtropf- oder Leckbühnen. Die Trockenräume legt man neben die Siederäume, Trockenpfannen auch sogleich neben die Siedepfanne in denselben Raum und die Magazine über die Trockenräume oder gleich daneben. Die Trockenräume oder -pfannen neben oder in die Siederäume zu legen, gebietet sich schon deshalb, weil meist die Abhitze der zum Abdampfen der Soole benutzten Feuerung die Trockenräume und -pfannen erwärmen soll. Eine hohe Lage der Magazine erleichtert das Verpacken und Verladen des Salzes. Die Lage über den Trockenräumen ist deshalb günstig, weil der Boden der Magazine dann warm gehalten wird, so dafs das Salz noch nachtrocknet oder wenigstens keine Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt.

Die auf älteren Salinen (Schönebeck, Dürrenberg und anderen) beliebte Einrichtung, die Siedepfannen mit Trockenräumen und Magazinen, einzeln oder nur zu zweien in besonderen Gebäuden unterzubringen, empfiehlt sich weniger als die Zusammenlegung einer gröfseren Zahl von Pfannen mit Trockenvorrichtungen und Magazin in einem Gebäude, wie auf den englischen Salinen und auch bei neueren Einrichtungen auf deutschen Salinen (Schönebeck, Heilbronn, Bernburg, Stotternheim). Es liegen dann vier und mehr Siedepfannen in einem Gebäude, so dafs die Befeuerung einer gröfseren Anzahl von Pfannen von einer Seite, einer zusammenhängenden Küche (Feuerküche) aus geschehen kann.

Die vorkommenden Arbeiten. Man versiedet meist Soolen, die 19 *Pct.* Salz und darüber haben, jedenfalls nicht völlig gesättigte Soolen. Auch die annähernd gesättigten Soolen vermindern bei der Erwärmung bis zur Siedehitze ihren Sättigungsgrad und erfordern bis zur Salzabscheidung die Verdampfung einer gröfseren Menge Wassers.

Man unterscheidet beim Versieden zwei Perioden:

die Störperiode, bei der die Soole bis zur vollen Sättigung in der Siedehitze und bis zur beginnenden Salzausscheidung angereichert wird, und

die Soggeperiode, in der sich das Salz niederschlägt.

Digitized by Google

Da sich während des Störens der Soole, infolge von Wasserverdampfung, ein Teil der fremden Salze, besonders Gyps, abscheidet, so führt man auf einigen Salinen beide Arbeiten in besonderen Pfannen getrennt aus. Der erste Salzniederschlag der gesättigten Soole fällt gewöhnlich sehr unrein aus und ist mit Gyps vermischt. Er wird als Krücksalz zuerst abgezogen und besonders gehalten. Die von den ersten unreinen Niederschlägen befreite Soole wird dann als reinere Soole in die Soggepfanne zu weiterem Abdampfen eingelassen. Bei reineren Soolen, oder wo man auf die Qualität des Salzes kein hohes Gewicht legt, arbeitet man nur mit einer Pfanne, in der sich die beiden Perioden folgen.

Die Arbeiten beim gewöhnlichen Siedereibetriebe sind:

1. Das Einlassen der vorgewärmten oder meist nicht vorgewärmten Soole in die befeuerte Pfanne. Dazu führen aus den Soolbehältern Röhrenfahrten in die Siedehäuser mit Ablaufhahn oder -ventil über oder neben jeder Pfanne.

2. Das Gar-Stören der Soole, wobei frische Soole in dem Mafse wie das Wasser verdampft, nachgeschlagen, d. h. zugeleitet wird. Oft macht man auch erst einige Salzausschläge und füllt dann frische Soole nach. In einzelnen Fällen und bei besonderen Einrichtungen (auf österreichischen Salinen) läfst man auch beständig in dem Mafse, als Wasser verdampft und Salz ausgeschlagen wird, Soole zufliefsen.

3. Das Abziehen und Ausschlagen des Salzschlammes und des Krücksalzes, dem mitunter eine Reinigung der Soole durch Zusätze vorausgeht.

4. Das Soggen, Ankrücken und Ausschlagen des ausgeschiedenen Salzes, das auf die Pfannenmäntel oder Abtropfbühnen gebracht wird, wo es während der Dauer der Soggeperiode oder darüber hinaus (24 Stunden, auch mehrere Tage) liegen bleibt.

5. Das Trocknen des Salzes, das Hereinschaffen des Salzes von den Abtropfbühnen in die Trockenräume und auf die Trockenvorrichtungen und dort, bei Ausbreitung auf Trockenpfannen, wiederholtes Wenden des Salzes, um es aufzulockern und die Wärme gut durchziehen zu lassen. Dem Trocknen geht mitunter eine Formung voraus.

6. Das Magaziniren des Salzes, Fortschaffen des Salzes aus den Trockenräumen durch Forttragen in Körben oder Kübeln mit der Hand oder auf Wagen und bei höher gelegenen Magazinen mit Haspel oder Dampfaufzügen, auch auf Transportbändern in die Lagerräume.

7. Das Verwiegen, Verpacken und Verladen des Salzes.

Ferner gehören dahin die Zuführung des erforderlichen Brennstoffs und die Abfuhr der Asche.

Als Zwischenarbeiten kommen noch vor:

Das Ausschöpfen der Mutterlauge, nämlich des letzten Restes der nach dem Auskrücken des Salzes in der Pfanne zurückbleibenden

Digitized by Google

Soole, was erst nach mehrmaliger Füllung und Auskrückung geschieht, wenn sich die Nebensalze in der Soole angereichert haben.

Das Aussteinen (Steinigen) der Pfanne, d. i. die Entfernung der Niederschläge und Ansätze von Gyps und Salz, die auf dem Boden der Pfanne, besonders an den heifseren Stellen, festbrennen und den Pfannenstein und Salzstein (Pfannenkern) bilden.

Das Ausbessern, Flicken der Pfannen, wobei durchgebrannte Platten durch Blechstücke verstärkt, einzelne kleine Löcher auch wohl durch Niet oder Schraube zugestopft und verbogene Stellen gerichtet werden.

Das Instandsetzen der Heizvorrichtungen, dabei Auskehren der Flugasche von den Feuerungen aus den Feuerzügen, Losbrechen der in den Zügen entstandenen Salzpfeiler und Ansätze von Salz, die sich dadurch gebildet haben, dafs Soole durch lecke Stellen der Pfanne durchgetropft ist. Es entstehen dabei stalagmiten- und wulstartige Aufbrennungen, die die Feuerzüge verengen.

Die Periode vom Füllen der Pfanne bis zur völligen Entleerung durch Versieden und das dabei gewonnene Salz bezeichnet man als ein Werk.

Produkte des Siedebetriebes.

1. Weifses Salz, das als Speisesalz abgesetzt oder zu Viehsalz oder Gewerbesalz verwendet wird und je nach dem Verdampfungsverfahren, nach der höheren oder niedrigeren Temperatur der Soole bei der Salzausscheidung feinkörnig, mit scharfem Korn, mittelgrob oder grobkörnig gewonnen wird.

Um feinkörniges Salz zu erzeugen, bleibt die Soole bei voller Siedetemperatur in beständiger Wallung, so dafs die Salzkrystalle keine Gelegenheit haben, zu gröfseren Krystallen anzuwachsen. Bei verminderter Temperatur ohne Wallung scheidet sich Salz von scharfem Korn aus. Die Salzkrystalle bleiben zwar klein, haben aber in der nicht bewegten oder wenig bewegten Soole Gelegenheit, sich scharfkantig auszubilden. Bei einer Temperatur von 70 bis 90° *C.* scheidet sich mittelgrobes Salz aus, Krystalle von 2, 3, 4 *mm* Seitenkante, bei 50 bis 70 °*C.* Grobsalz, Krystalle von 5 bis 10 *mm* Seitenkante und darüber, je nach der geringeren Temperatur und der Ruhe der Soolflüssigkeit, so dafs den Krystallen Zeit gelassen war, sich zu vergröfsern.

Die Salzausscheidung beginnt beim Versieden an der Oberfläche der Flüssigkeit, wo der Dampf entweicht, in feinen Krystallen, die bei bewegter Soole sogleich auf den Boden sinken, bei ruhiger Oberfläche der Flüssigkeit aber kurze Zeit schwimmen, zu gröfseren Krystallen anwachsen (s. S. 93 und Fig. 2) und dann zu Boden sinken, so dafs ein sehr lockeres, grobkörniges Salz entsteht. Allerdings bröckeln die dünneren Ansätze von den Krystallen ab, wenn die Krystalle durch

Digitized by Google

das Trocknen, den Transport und das Verpacken des Salzes viel aneinander gerieben werden.

Bleibt eine gar gesottene Soole längere Zeit unter Abkühlung stehen, was bei Betriebsunterbrechungen, z. B. über Sonntag, wenn an diesem Tage nicht gearbeitet wird, vorkommt, so scheidet sich an den Wandungen und am Boden der Salzpfannen ein sehr grobkörniges Salz in massiven Krystallen aus, das man als Sonntagssalz bezeichnet. Der Vorgang beruht darauf, dafs kältere Soole nicht so viel Salz gelöst halten kann wie warme Soole, so dafs sich bei der Abkühlung ein Teil des Salzes ausscheiden mufs.

In England wird das feinste Stoved- oder Lumpsalt bei 107,5° *C.*, dem Siedepunkte der gesättigten Soole, Buttersalt ebenfalls aus siedender Soole, Commonsalt bei 88 bis 94° *C.*, Large grained Flockysalt bei 72 bis 77° *C.* und Large grained oder Fisherysalt bei 55 bis 61° *C.* hergestellt.

Das Lumpsalt wird bei unausgesetzt stark kochender Soole versotten, es ist sehr fein und wird in stumpfpyramidale, im Boden siebartig durchlöcherte Gefäfse gethan, darin fest zusammengedrückt, nach dem Ablaufen der Soole unter Umstülpen des Gefäfses erst gelinde, dann auf Eisenplatten, die über Heizkanälen liegen, scharf getrocknet und geht ohne weitere Verpackung als Speisesalz in den Handel.

Das Buttersalt wird ebenfalls bei stark siedender Soole ersotten, wird aber nicht in Formen getrocknet, sondern kommt in lockerer Form in den Handel.

Commonsalt entspricht einem mittelgroben Salz mit geschlossenen kubischen und pyramidenförmigen Krystallen. Flockysalt hat gröbere Krystalle und Fisherysalt sehr grofse kubische Krystalle. Es wird zum Einsalzen der Fische und zum Pökeln des Fleisches verwendet, weil es sich nur sehr langsam auflöst.

Aufser diesen Sorten werden noch verschiedene Mittel- und Nebensorten hergestellt.

Nach Pfannenreparaturen oder nach dem Aussteinen der Pfannen, wo die eiserne Pfannenfläche durch Berührung mit der Luft Gelegenheit hat zu rosten, fallen die ersten Salzausschläge oder das erste Werk weniger weifs aus. Das Salz hat eine etwas graue oder gelbe Farbe. Man verwendet deshalb die ersten Werke vorzugsweise zu Viehsalz.

Kühlt sich die Soole in den Pfannen sehr ab, etwa bis unter 40° *C.*, so neigt das Eisen zum Rosten und das Salz erhält dann ebenfalls eine schwach gelbe Färbung. Besonders bei der Grobsalzbereitung hat man darauf zu achten, dafs die Temperatur nicht bis zu dem Punkte herabgeht, wo ein Rosten des Eisens und Gelbwerden des Salzes eintritt.

Auch die letzten Ausschläge beim Soggen, wenn stark angereicherte Mutterlauge in der Pfanne ist, erhalten oft eine gelbliche Färbung von anhaftender Mutterlauge, die dann, bevor man ein neues Werk beginnt, aus der Pfanne ausgeschöpft werden mufs.

Digitized by Google

Solch gelb gefärbtes Salz wird zu geeigneten gewerblichen Zwecken und besonders zu Viehsalz verwendet. Ist die Färbung nur durch Mutterlauge hervorgerufen, so läfst sich die weifse Färbung dadurch wieder herstellen, dafs man den frischen Ausschlag mit Soole übergiefst und auswäscht, ihn also von der anhaftenden Mutterlauge befreit.

Das gewöhnliche Kochsalz enthält meist geringe Mengen (zusammen $^1/_2$ bis 2 *Pct.*) Nebensalze (Chlormagnesium, Chlorcalcium, Chlorkalium und schwefelsaure Verbindungen von Natrium, Magnesium, Calcium, Kalium), dazu 2 bis 4 *Pct.* Wasser.

Über die Einwirkungen der Nebensalze auf das Kochsalz und die Eigenschaften des Kochsalzes s. S. 93 u. f.

Gypshaltiges Salz backt beim Trocknen fest zusammen und bildet dann feste Knollen und Knorpel, die oft im Inneren noch feucht sind, da die Wärme und die Luft nicht genügenden freien Zutritt hatte. Auch die in der Mutterlauge enthaltenen Salze (besonders Glaubersalz), die sich beim Trocknen ausscheiden, befördern das Zusammenbacken des Salzes.

Je nach der Beschaffenheit der versottenen Soolen enthält das Salz mehr von den einen oder anderen Nebensalzen.

2. Salzschaum bildet sich beim Stören der Soole an der Oberfläche, er ist schmutzigbraun und besteht aus organischen Substanzen und Salzen der Soole, besonders Gyps, kohlensauren Erden, Glaubersalz und Kochsalz. Verwendet man Soole, die über frisch bedornte Gradirwände getröpfelt ist, so zeigt sich dieser Schaum besonders, aufserdem eine braune Färbung der Soole. Der Schaum wird abgeschöpft und nicht weiter verwendet.

3. Salzschlamm, Krückschlamm, Kratzerde fällt zunächst beim Stören der Soole zu Boden, enthält neben Chlornatrium besonders schwefelsaures Calcium und Natrium und findet bisweilen in chemischen Fabriken noch zur Gewinnung von Kochsalz und Glaubersalz Verwendung. Der Salzschlamm enthält ein Doppelsalz von schwefelsaurem Calcium-Natrium, das sich nur in der Wärme bei Anwesenheit von wasserfreiem schwefelsaurem Natrium bildet. In der Kälte bildet es sich nicht, da die Lösung dann wasserhaltiges schwefelsaures Natrium ausscheiden würde.

4. Krücksalz fällt als letzter salzreicher Auszug in der Störperiode, nachdem sich der Salzschlamm abgeschieden hat. Es enthält hauptsächlich Chlornatrium und Gyps neben geringen Mengen anderer Chloride und schwefelsaurer Salze. Es wird dem Viehsalz beigemischt oder wieder aufgelöst und zur Anreicherung der Soole verwendet, auch benutzt man es, um die eisernen Trockenpfannen mit einem Salzüberzuge zu versehen, damit das zum Trocknen ausgebreitete Salz nicht mit dem Eisen in Berührung kommt und gelb wird. Das Krücksalz backt dann zu einem festen, weifsen Pfannensteinbelag zusammen, sobald die Trockenpfanne erwärmt wird.

Digitized by Google

5. Fege- oder Kehrsalz, auch schwarzes Salz, ist der vom Fufsboden in den Trockenräumen und Magazinen zusammengekehrte Abfall, der, wenn er weniger unrein ist, dem Vieh- oder Gewerbesalz zugesetzt oder mit sonstigen Siedeabfällen wieder in der Soole aufgelöst wird.

6. Hungerstein entsteht durch Festbrennung von Niederschlägen während des Störens und hat die Zusammensetzung des Schlammes, ist auch wie dieser noch verwendbar.

7. Pfannenstein[1]) entsteht durch Festbrennung von Niederschlägen während der Stör- und der Soggeperiode. Er besteht hauptsächlich aus Gyps mit ansehnlichen Mengen von schwefelsaurem Natrium und Chlornatrium. Er enthält ein Doppelsalz, schwefelsaures Calcium-Natrium, auch kohlensaures Calcium und Magnesium, etwas Eisenoxyd und Wasser.

An den meisten Pfannensteinen unterscheidet man zweierlei Massen, zu oberst eine krystallinisch körnige Masse, die fast reines Kochsalz enthält, zu unterst eine dichte, grauliche, wenig durchscheinende Masse, die hauptsächlich Gyps und schwefelsaures Natrium enthält. Diese Massen sind entweder scharf getrennt, oder wechseln ab, auch sind sie gemengt.

Die Menge des entstehenden Pfannensteins hängt von der Zusammensetzung der Soole ab, von der Ausführung der Arbeit, der Art der Heizung und der Verdampfung.

Aus 100 *cbm* Soole fielen

	Pfannenstein
in Friedrichshall etwa	162 *kg*
zu Schwenningen 23673 *kg* Salz, 2,02 *cbm* Mutterlauge und	278 „
zu Rottenmünster 25877 *kg* Salz, 1,60 *cbm* Mutterlauge und	309 „
in Clemenshall (bei Alaunzusatz) 0,51 *cbm* Mutterlauge,	167 „
zu Dürrenberg 26600 *kg* Salz, 1,24 *cbm* Mutterlauge und .	1062 „

dazu 151 *kg* Salzschlamm, Krücksalz und Fegesalz. Der Pfannenstein enthält 3,8 *Prt.* Wasser.

Die festen Bestandteile dieser Abgänge (Mutterlauge, Pfannenstein, Krücksalz u. s. w.) betragen in Dürrenberg 5,4 bis 5,6 *Prt.* des Rohsalzes der Siedesoole.

Bei der reinen Soole zu Schwäbisch-Hall wird der Pfannenstein immer erst nach mehreren Jahren aus der Pfanne entfernt.

Man benutzt die Pfannensteine noch zur Kochsalz- und Glaubersalzgewinnung, zerkleinert zum Düngen, zur Grünglasfabrikation, bei der Cementfabrikation und zum Auftauen von Eis, in gröfseren Stücken zu Viehlecksteinen. Auf einigen Salinen benutzt man ihn zum An-

---

[1]) Analysirmethoden: *Heine* in *Karst. Arch.* 1845, 19. *Rammelsberg, Quant. Analyse* 1863, S. 194. *Wöhlers Mineralanalyse* 1861, S. 178.

Digitized by Google

reichern der Soole (z. B. Dürrenberg, Sooden[1]), auf anderen wird er auch zum Teil als wenig brauchbar auf die Halde geworfen. Zu Viehlecksteinen sucht man die dickeren salzreicheren Stücke aus. An den heifseren Stellen wird er mitunter 60 bis 70 *mm* stark. In Schönebeck brachte man früher Pfannenstein mit Dornstein zusammen in grofse hölzerne Kasten, wo sie ausgelaugt wurden. Der vorzugsweise aus Gyps bestehende Rückstand fand als Düngemittel Verwendung, während die Lauge mit der von der Siederei abfallenden Mutterlauge auf Glaubersalz verarbeitet wurde.

Dorn- und Pfannenstein nennt man in Württemberg Hallerde.

Die Bildung von Pfannenstein, die sich immer an den heifsesten Stellen der Pfanne über dem Feuer, trotz aufmerksamer Krückarbeit, am stärksten zeigt, wird von *Balzberg*[2]) wie folgt erklärt. Gyps ist in kaltem Wasser und in kalter Soole löslicher, als in warmem Wasser oder warmer Soole. Wird Soole in geschlossenem oder offenem Gefäfse bis auf weniger als 100° *C.* erwärmt, so fällt Gyps als Schlamm zu Boden. Wächst die Erhitzung über diese Grenze, so verwandelt sich der mit den Gefäfswandungen in Berührung kommende Gyps in Anhydrit, indem er das Krystallwasser verliert. Die dadurch hervorgerufene Änderung der Krystallisationsverhältnisse verursacht ein so dichtes Ineinandergreifen der Krystalle, dafs jene steinartigen Gebilde entstehen. Dieses findet auch ohne Verdampfung, nur bei der Erhitzung gesättigter Gypslösungen statt. Es bildet sich an allen Stellen der Abdampfgefäfse, die einer höheren Temperatur als 100° ausgesetzt sind, eine dünne Lage Anhydrit. Das mit ausfallende Salz wird in diesen Krystallen eingeschlossen und festgehalten. Jedesmal, wenn die aufgebrannte Schicht wiederum auf mehr als 100° erhitzt ist, wird der neue Niederschlag von Gyps und Salz festbrennen, indem sich der Gyps in Anhydrit umwandelt und wieder bindend wirkt. Da die Soole immer gypsärmer wird, so wird der Niederschlag immer salzreicher, bis durch Einlassen frischer Soole wieder von neuem Gelegenheit zur Anhydritbildung gegeben ist. Dieser Vorgang wird sich so lange wiederholen, bis die Pfannensteinschicht die Wärme nicht mehr in dem Mafse leiten kann, dafs sie sich auf der Oberfläche bis über 100° erwärmt, dann bleiben Gyps- und Salzkrystalle lose liegen. Dieser Erklärung entspricht die chemische Zusammensetzung und die Schichtentextur des Pfannensteins. Die stärkste Pfannensteinbildung zeigt sich deshalb über den Feuerungen, wo die untere Seite des Pfannenbodens einer Temperatur von mehr als 1200° ausgesetzt ist, weniger oder kein Pfannenstein an den Rändern der Pfanne.

In den Vorwärmern (s. diese), die einer Temperatur von 60° *C.* ausgesetzt sind, zeigt sich nur Gypsschlamm, kein Pfannenstein. Bei

[1]) *Pr. Z.* 1897, 45, B. 244.

[2]) *C. v. Balzberg,* Salinentechnische Preisaufgabe 1888 (*Manuskript*).

Digitized by Google

chemisch reinen Chlornatriumlösungen wird auch beim schärfsten Feuer kein Aufbrennen des Salzes beobachtet. In dem *Piccard*schen Erhitzungskessel (s. diese), wo die Soole durch Dampf von 120° auf mehr als 100° erwärmt wird, ohne dafs in diesem Kessel eine Wasserverdampfung stattfindet, scheidet sich nur Gyps ohne Salz aus, der sich an den Heizflächen festsetzt und anbrennt. Sämmtlicher Gyps wird auch hier in Anhydrit verwandelt.

Der Gypsgehalt des Salzes ist, wenn man diese Vorgänge bei der Pfannensteinbildung beachtet, eine wesentliche Ursache der Knoten- und Klumpenbildung des Salzes bei scharfer Trocknung. Die aus anhaftender Mutterlauge auskrystallisirenden Salze, Chlornatrium, Chlormagnesium, Glaubersalz und andere wirken zwar auch bindend und frittend, aber in den vorkommenden Mengen nicht so stark, dafs die Masse nicht zerdrückt werden könnte. Bei der Trocknung durch Hitzegrade von mehr als 100° verliert der Gyps das Wasser, krystallisirt in Anhydrit um und backt das Salz zu festen Knoten zusammen, die sich selbst mit dem Hammer oft schwer zerschlagen lassen, und zwar um so fester, je feinkörniger das Salz ist. In diesem Falle kann nur eine fortwährende Bewegung des Salzes während der Trocknung, wie in den Schönebecker Trockentrommeln, die Knotenbildung verhindern.

Der nafs aufgebrachte Trockenpfannenbelag ist über den Herdzügen ebenfalls einer Temperatur von mehr als 100° (200 bis 300°) ausgesetzt, wodurch sich das feste Zusammenbacken erklärt.

8. Salzstein bildet sich durch Festbrennen von Salz am Pfannenboden. Er ist mehr oder weniger mit Hungerstein und Pfannenstein gemischt, wenn Stören und Soggen in derselben Pfanne vorgenommen werden. Er löst sich nach jedem Werke beim Einlassen frischer Soole wieder auf und bleibt nach dem letzten Werke beim Ausschöpfen der Mutterlauge in der Pfanne zurück.

Der Salzstein wird ebenso wie das an den Pfannenborden angebackene Bordsalz beim Aussteinen der Pfanne mit dem Pfannenstein entfernt und wieder aufgelöst.

Er enthält aufser Chlornatrium schwefelsaures Calcium und andere Chloride und schwefelsaure Salze.

9. Mutterlauge, Muttersoole, Bitterlauge bleibt nach einer Reihe von Werken, je nach der Menge der in der Soole enthaltenen Nebensalze in mehr oder weniger grofser Menge zurück und enthält aufser Chlornatrium hauptsächlich Chlormagnesium und schwefelsaures Kalium neben geringen Mengen anderer Chloride und schwefelsaurer Salze, auch etwaige Brom- und Jodsalze. Schwefelsaures Kalium geht mehr in die Mutterlauge als in das sich ausscheidende Salz, was darauf zurückzuführen sein mag, dafs die Löslichkeit dieses Salzes in Lösungen von Kochsalz und Chlormagnesium zunimmt.

In Dürrenberg schöpft man nach jedem siebenten Werke aus, an anderen Orten öfter oder weniger häufig. Auf österreichischen Salinen

Digitized by Google

setzt man den ausgeschöpften Teil der Soole bei der folgenden Pfannenfüllung immer wieder zu, man hält also keine Mutterlauge aus. Unterbrechen mufs man das Eindampfen der Soole, wenn das Salz durch die Mutterlauge zu sehr in der Farbe verlieren würde oder wenn die Nebensalze, besonders Chlormagnesium, so angereichert sind, dafs sie mit in das Salz in stärkerem Mafse übergehen würden. Man beurteilt den richtigen Zeitpunkt des Ausschöpfens an der Färbung des Salzes und der Mutterlauge.

Die Mutterlauge sieht gelblich, ölig aus und hat einen widerlich bitteren Geschmack. Das spezifische Gewicht ist 1,20 bis 1,28. Hahn[1]) hat über das Verhalten von Chlormagnesium und Chlorcalcium in den Soolen und Mutterlaugen bei Besprechung der Salinen des Saginawthales in Michigan ausführliche Untersuchungen angestellt.

Aus der Mutterlauge gewinnt man, ähnlich wie bei der Verarbeitung der Mutterlaugen von der Seesalzgewinnung (s. diese), verschiedene technisch nutzbare Salze [Mutterlaugensalze[2]), unreines Kochsalz (zu Gewerbe- oder Viehsalz), Glaubersalz, schwefelsaures Kalium, schwefelsaures Magnesium, Salmiak u. a. (früher Schönebeck, Berchtesgaden, Hall)]. Zu Ebensee wird die nach 14tägigem ununterbrochenem Sude erfolgende Mutterlauge abgekühlt, wobei sich neben Kochsalz viel schwefelsaure Salze absetzen, und dann der Soole beim Salzsieden wieder zugesetzt, wenn Formsalz (Stöckel) bereitet werden soll, weil das Salz dann beim Dörren gut zusammensintert und fest wird. Soll Faſslsalz oder Blanksalz bereitet werden, so gieſst man die Mutterlauge weg.

Auf sehr vielen Salinen wird die Mutterlauge nicht weiter verwendet, seitdem die Gewinnung und Verarbeitung der Nebensalze aus den festen Kalium- und Magnesiumsalzen der Steinsalzlagerstätten die Verarbeitung geringer Mengen Mutterlauge nicht mehr vorteilhaft genug erscheinen läſst.

Häufig noch benutzt man die Mutterlauge zur Bereitung von Bädern oder zur Gewinnung von Badesalz, indem man sie völlig eindampft. Diese Verwendung ist besonders bevorzugt, wenn Brom- und Jodsalze in der Mutterlauge enthalten sind. Zu leichterem Transporte werden die Mutterlaugen mitunter noch konzentrirt und dann als Zuthat zu Bädern verwendet. Man dampft sie dann bis zu 1,21 und 1,32 *spf. Gew.* ein.

Zuweilen werden die Mutterlaugen, nachdem Kochsalz gröſstenteils ausgeschieden worden ist, mit gelöschtem Staubkalk zur Trockne gedampft, um Düngesalz zu erzeugen, ein Gemenge von Gyps, Magnesium, Chlornatrium, Chlorcalcium und Kalk. Im Salzkammergute

---

[1]) *B.- u. H. Z.* 1867, 26, 163, 185, 210.

[2]) Natürliche Mutterlaugensalze zu Stafsfurt, Kalusz und Lüneburg im *Polyt. Centralbl.* 1873, S. 1052 (*Volger*).

Digitized by Google

verwendet man die schmutzigen Abfälle beim Salinenbetriebe zu Düngesalz, wobei man ihnen $2^1/_2$ bis 9 *Pct.* Kohle beimischt. (Weiteres siehe unten bei Verarbeitung und Verwendung der Mutterlaugen.)

Es fielen an Salz und Mutterlauge:

Zu	Friedrichshall	aus	1000	*cbm*	Soole	241221	*kg*	Salz,	6 *cbm*	Mutterlauge,
„	Clemenshall	„	1000	„	„	—	„	„	5,13 „	„
„	Sulz	„	1000	„	„	226445	„	„	18,50 „	„
„	Rottenmünster	„	1000	„	„	258684	„	„	15,94 „	„
„	Schwenningen	„	1000	„	„	236730	„	„	20,18 „	„
„	Dürrenberg	„	1000	„	„	266000	„	„	12,40 „	„

10. Salzhaltige Siededämpfe. Die Sooldämpfe, der Broden, enthalten salzige Bestandteile und reagiren sauer, infolge Salzsäure. gehaltes, was vermutlich auf eine Zersetzung von Chlorcalcium und Chlormagnesium zurückzuführen ist. *Lersch* teilt in der Hydrochemie (1864, S. 596) eine Reihe von Analysen der festen Bestandteile mit, die in den kondensirten Dämpfen enthalten waren. Es sind dies Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium, Brommagnesium, Chlorcalcium, schwefelsaures Magnesium, schwefelsaures Calcium, Ammoniaksalze, Spuren von Jod und Kieselsäure. Der Gehalt der Dämpfe an Salzen ist darauf zurückzuführen, dafs beim Aufwallen der Soole Flüssigkeitsteilchen der Soole mitgerissen und mit den Dämpfen weggeführt werden.

Digitized by Google

Analysen der Siedeprodukte.

1. Speisesalz [1]).

	Halle	Schönebeck	Stafsfurt	Artern	Dürrenberg	Ischl	Ludwigshall	Königsborn	Schwäbisch-Hall	Clemenshall	Neusalzwerk	Salzuflen	Rothenfelde	Salzungen
Chlornatrium	98,356	97,141	98,251	97,191	98,177	87,39	99,45	95,90	98,90	96,714	91,35	91,15	98,80	97,38
Chlorkalium	—	0,004	—	0,170	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02	—
Chlorcalcium	—	0,564	—	—	—	—	—	0,27	—	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	0,277	1,466	0,983	0,679	0,217	2,06	—	—	—	—	0,39	0,48	0,50	0,07
Schwefelsaures Calcium	1,334	0,817	0,754	1,381	1,305	0,35	0,28	1,10	0,49	1,176	0,57	0,47	0,70	0,60
„ Magnesium . .	—	—	0,485	—	0,285	0,43	—	—	—	—	—	—		0,16
„ Kalium	—	—	0,427	0,579	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Natrium	—	—	—	—	—	1,25	0,05	—	0,005	0,081	1,00	0,89	—	—
Kohlensaures Calcium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,040	—	—	—	—
„ Magnesium . . .	0,033	0,008	—	—	—	—	—	—	0,005	—	—	—	—	—
Kieselsäure	—	—	—	—	0,016	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser	—	—	—	—	—	7,91	—	—	0,60	1,989	6,68	7,00	—	1,70
Organische Substanz	—	—	—	—	—	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Kochsalzanalysen: *Hahn*, Die Salinen des Saginawthales in *B.- u. H. Z.* 1867, **26**, 97.

Digitized by Google

	Friedrichshall			Rottenmünster			Schwenningen				Rhein-felden	Schwei-zerhall
	feink. Salz	mittelgr. Salz	grobk. Salz	Siede-salz	Dampf-salz	Bord-salz	feink. Salz	grobk. Salz	Dampf-salz	Bord-salz		
Chlornatrium	97,55	92,19	97,48	98,16	96,31	96,07	96,51	97,80	92,78	95,38	98,642	98,376
Chlorcalcium	—	—	—	—	—	—	—	0,09	0,08	0,10	0,040	0,119
Schwefelsaures Calcium	0,93	0,82	0,70	1,18	1,73	2,05	1,41	0,30	1,45	2,94	0,318	0,505
„ Natrium	0,01	0,01	0,03	0,16	0,07	0,17	—	—	—	—	—	—
Kohlensaures Calcium	—	—	—	0,07	0,08	0,11	0,08	0,01	0,04	0,22	—	—
Wasser	1,49	6,97	1,80	0,44	1,82	1,60	2,00	1,81	3,65	1,35	1,000	1,000

Analysen von *Enders*[1]) ergaben Folgendes:

	Dürrenberg	Artern	Halle	Erfurt	Stotternheim
Chlornatrium	92,642	94,835	92,773	96,941	96,866
Chlormagnesium	0,719	0,616	0,865	0,017	0,060
Schwefelsaures Natrium	0,307	0,488	—	0,049	—
„ Calcium	1,632	1,061	1,296	2,093	0,964
Kohlensaures Calcium	—	—	0,466	—	0,110
Wasser	4,700	3,000	4,600	0,900	2,000

[1]) *Chem. Centralbl.* 1870, S. 517.

Digitized by Google

Die Zusammensetzung verschiedener Sonnensalzsorten des Saginawthales zeigt die folgende Tabelle. In 100 *Tln.* Salz, mit Einschlufs und ohne Einschlufs des Nässegehaltes, sind aufser Chlornatrium enthalten:

	Chlor-magnesium	Chlor-calcium	Schwefels. Calcium	Wasser	Zusammen
East Saginaw Comp.	0,256	0,448	0,313	1,340	2,365
	0,260	0,454	0,317	—	1,031
Michigan Comp.	0,225	0,386	0,430	0,871	1,912
	0,227	0,389	0,434	—	1,050
New-York und Saginaw Comp.	0,417	0,743	0,173	2,197	3,528
	0,425	0,760	0,177	—	1,262
Desgl.	0,643	1,482	0,037	2,821	4,983
	0,662	1,525	0,038	—	2,225

2. Gelbes Salz (nach *Heine*).

	Schönebeck	Schönebeck[1])	Kösen	Dürrenberg	Kötzschau	Teuditz
Chlornatrium	94,439	96,467	67,184	93,385	85,267	80,267
Chlormagnesium	1,889	1,222	0,600	3,410	—	—
Schwefelsaures Kalium	1,804	1,675	7,585	1,648	1,480	1,362
„ Natrium	—	—	—	—	3,500	7,750
„ Magnesium	1,409	0,109	24,577	0,733	9,753	10,621
„ Calcium	0,459	0,527	—	0,757	—	—
Eisenoxyd	—	—	0,014	0,023	—	—
Kieselsäure	—	—	0,008	0,018	—	—

[1]) Gelbes Salz durch Übergiefsen mit Soole gereinigt.

Digitized by Google

3. Viehsalz.

	Nach *Wackenroder*, von thüringischen Salinen						Nach *Zöllner*			
							Reichenhall	Rosenheim	Berchtesgaden	Traunstein
Chlornatrium	95,83	95,45	95,73	87,29	83,03	88,77	85,39	84,28	84,74	84,41
Chlorcalcium	0,27	—	0,47	—	—	$CaCO_3$	1,04	—	—	—
Chlormagnesium	Spur	0,07	0,06	0,76	0,28	0,64	1,22	1,19	1,31	0,80
Schwefelsaures Natrium	—	0,48	—	4,41	7,07	3,28	0,88	1,02	0,40	0,90
„ Calcium	1,40	1,08	1,37	1,68	4,19	1,94	3,30	3,14	3,13	3,26
Erdige Teile	0,20	0,25	0,64	3,91	3,68	3,70	1,44	4,83	4,96	5,19
Organische Substanz	0,59	0,79	0,79	0,33	0,75	0,96	1,60	—	—	—
Eisenoxyd	—	—	—	—	—	—	0,71	—	—	—
Wasser	1,71	1,92	0,94	1,95	1,75	1,67	1,24	1,57	1,45	1,43

Das Salz von thüringischen Salinen enthält 1,67 bis 11,54 *Pct.* fremde Salze, 0,94 bis 1,95 *Pct.* Wasser und 0,79 bis 3,91 *Pct.* zur Denaturirung beigemengte vegetabilische Substanzen und erdige Teile, besonders auch Eisenoxyd.

4. Krücksalz (nach *Heine*).

	Artern	Halle
Chlornatrium	96,324	70,064
Chlorkalium	0,027	—
Chlormagnesium	0,166	0,399
Schwefelsaures Kalium	0,176	1,463
„ Calcium	1,806	22,017
„ Magnesium	—	0,814
Kohlensaures Calcium	—	0,972
Chlorhaltige Magnesia	—	0,071
Eisenoxyd	—	0,040
Kieselsäure	—	0,119
Wasser	1,501	4,041

5. Salzschaum (nach *Heine*).

	Stafsfurt	Dürrenberg	Artern
Chlornatrium	26,090	14,909	77,119
Schwefelsaures Kalium	1,694	1,687	1,176
„ Natrium	2,964	6,856	0,502
„ Calcium	54,908	62,436	15,646
„ Magnesium	0,762	1,440	1,608
Kohlensaures Calcium	4,387	1,542	—
„ Magnesium	0,971	} 0,211	—
Chlorhaltige Magnesia	0,221		
Thonerde	0,362	0,123	} 0,177
Eisenoxyd	1,158	0,285	
Kieselsäure	0,431	0,149	0,032
Organische Substanz	0,796	0,148	0,168
Wasser	5,256	10,214	3,572

Digitized by Google

6. Salzschlamm (nach *Heine* und *Berthier*).

	Schönebeck	Halle	Artern	Dürrenberg	Moutier			Sulz	Kösen	
					Anfang	Mitte	Ende			
Chlornatrium	57,102	26,140	89,653	32,951	47,5	6,2	64,2	2,07	32,06	53,43
Chlormagnesium	—	—	0,064	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsaures Natrium	13,499	3,405	—	7,452	24,5	52,6	25,7	—	28,94	20,92
„ Kalium	1,839	1,479	0,706	0,991	—	—	—	—	0,71	1,34
„ Magnesium	0,409	0,320	—	0,226	—	—	—	—	0,09	1,44
„ Calcium	23,649	64,027	7,098	50,773	28,0	41,1	10,1	95,72	29,90	20,20
„ Strontium	—	—	—	—	—	—	—	0,40	—	—
Kohlensaures Calcium	—	3,600	—	0,448	—	—	—	—	0,08	0,47
„ Magnesium	0,567	0,720	—	0,385	—	—	—	—	0,06	0,32
Eisenoxyd und Thonerde	0,060	0,116	—	0,083	—	—	—	1,8	0,09	0,12
Kieselsäure	0,020	0,193	0,016	0,135	—	—	—	—	0,08	0,08
Wasser	2,855	—	0,825	6,556	—	—	—	—	7,08	1,69

7. Hungerstein (nach *Heine*).

	Schönebeck	Dürrenberg		Schönebeck	Dürrenberg
Chlornatrium	44,284	27,011	Kohlensaures Calcium	—	—
Schwefelsaures Natrium	20,667	5,288	„ Magnesium	0,408	—
„ Kalium	2,125	1,051	Eisenoxyd und Thonerde	0,030	0,376
„ Calcium	27,381	57,703	Kieselsäure	0.023	0,230
„ Magnesium	1,638	1,943	Wasser	3,444	6,398

Digitized by Google

8. Salzstein.

	Halle	Schönebeck	Staßfurt	Artern	Dürrenberg
Chlornatrium	96,491	91,191	80,652	86,804	94,671
Chlorkalium	1,422	—	—	—	0,740
Chlormagnesium	0,482	1,609	—	—	0,719
Chlorcalcium	0,248	—	—	—	—
Schwefelsaures Natrium	—	—	5,183	0,778	—
„ Kalium	—	1,533	1,182	0,326	0,113
„ Calcium	0,537	0,226	8,030	10,561	0,592
„ Magnesium	—	0,332	3,204	0,488	—
Kieselsäure	—	—	0,024	—	—
Wasser	0,820	5,109	1,725	1,043	3,165

9. Pfannenstein.

	Halle	Artern	Dürrenberg	Heinrichshall	Rodenberg	Schwäb. Hall	Friedrichshall	Rottenmünster	Schwenningen	Sulz	Lüneburg	Egestorffshall
Chlornatrium	29,028	12,628	10,771	57,709	57,6	6,15	45,98	75,34	86,79	51,22	14,5	12,5
Chlorkalium	1,310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlormagnesium	0,243	—	—	—	0,5	—	0,61	0,64	—	0,50	—	—
Chlorcalcium	2,431	—	—	—	—	—	0,50	0,24	0,92	1,55	—	—
Schwefelsaures Calcium	62,981	67,468	71,941	20,211	34,7	63,05	50,56	21,10	9,44	43,33	61,6	61,0
„ Natrium	—	8,501	9,055	2,734	7,0	14,27	—	—	—	—	19,0	13,0
„ Kalium	—	1,770	1,017	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Magnesium	—	0,773	0,443	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlensaures Calcium	1,265	Spur	0,095	16,230	—	10,00	—	—	—	—	—	—
„ Magnesium	1,905	Spur	0,210	—	—	0,57	—	—	—	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	0,304	0,038	0,133	0,200	—	2,75	0,72	0,58	0,11	1,50	—	—
Kieselsäure	0,533	—	0,150	0,160	—	0,26	—	—	—	—	—	—
Wasser	—	8,222	6,195	1,220	—	2,95	2,08	2,10	2,74	1,90	4,9	13,5

Digitized by Google

10. Mutterlauge[1]).

	Halle	Schönebeck	Artern	Dürrenberg	Schwäb. Hall	Friedrichshall	Rodenberg	Unna[2])	Hallein	Lüneburg	Sulz	Harzburg
Chlornatrium	6,494	15,057	14,144	11,707	25,84	24,49	5,82	2,21	19,001	15,1019	25,271	11,81
Chlorkalium	4,914	—	—	—	—	—	—	1,05	—	—	—	—
Chlormagnesium	12,695	7,200	10,847	11,521	—	0,52	18,33	8,86	8,579	9,1426	0,531	10,65
Chlorcalcium	5,350	—	—	—	—	0,23	—	21,78	—	—	0,116	—
Chloraluminium	0,042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bromnatrium	—	—	—	—	—	0,002	—	—	0,042	Spur	0,017	—
Schwefelsaures Calcium	0,096	—	—	—	0,41	0,42	0,11	0,01	0,260	—	0,468	—
„ Magnesium	—	3,522	1,417	1,850	0,07	—	5,44	—	—	0,1349	—	8,16
„ Kalium	—	5,358	8,218	4,871	—	—	—	—	—	5,3721	—	1,51
„ Natrium	—	—	—	—	0,002	—	—	—	0,620	—	—	—
„ Aluminium	—	—	—	0,070	—	—	—	—	—	—	—	—
Kieselsäure	0,008	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser	70,401	68,863	65,374	69,981	73,67	74,32	70,30	65,91	—	—	—	67,87
Kohlensaures Calcium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1480	—	—

	Mutterlaugen von							Konzentrirte Mutterlaugen von				
	Rothenfelde	Ischl	Schwenningen	Rottenmünster	Clemenshall	Lüneburg	Salzuflen	Friedrichshall		Clemenshall		Kreuznach
Chlornatrium	12,00	24,58	24,912	25,008	25,271	20,11	11,48	20,54	10,01	20,93	11,91	0,389
Chorkalium	—	—	—	—	—	—	—	0,28	1,23	0,90	2,82	2,383
Chlormagnesium	11,94	1,45	0,404	0,514	0,531	5,23	8,80	3,18	9,86	3,53	9,52	3,758
Chlorcalcium	—	—	0,644	0,438	0,116	—	—	1,47	4,90	0,81	2,17	25,703
Bromnatrium	—	—	0,014	0,026	0,017	—	—	0,19	0,75	0,24	0,71	—
Brommagnesium	0,0045	—	—	—	—	—	0,057	—	—	—	—	0,689
Schwefelsaures Natrium	0,60	1,39	—	—	—	—	8,13	—	—	—	—	—
„ Calcium	3,74	0,02	0,304	0,332	0,468	—	1,46	0,19	0,20	0,31	0,19	0,009
„ Magnesium	—	0,26	—	—	—	4,25	—	—	—	—	—	—
Wasser	71,72	72,00	73,722	73,683	73,597	70,41	70,073	74,14	73,16	73,28	72,69	67,069

[1]) Analysirmethoden für Mutterlaugen: *Liebig*, *Ann. d. Chem. u. Pharm.* **59**, 330. *Rammelsberg*, *Quant. chem. Analyse* 1874, S. 171. *Lersch*, *Hydrochemie* 1864, S. 575.

[2]) 0,16 Brom- und Jodverbindungen.

Digitized by Google

In 1 *Liter* Mutterlauge sind enthalten:

	Königsborn (nach *Fresenius*)	Kreuznach (nach *Heusner*)	In 100 *Tln.* Sooden a. d. Werra (nach *E. Reichardt*)
	g	*g*	
Chlornatrium	30,86	21,11	6,280
Chlorkalium	25,93	29,71	—
Chlorlithium	11,81	4,84	0,014
Chlorcalcium	208,80	256,77	—
Chlorstrontium	5,24	8,58	—
Chlormagnesium	179,56	21,91	15,990
Jodmagnesium	0,024	0,009	—
Brommagnesium . . .	3,245	7,65	0,070
Schwefels. Strontium .	0,345	— Schwefels. Kalium	4,020
Bors. Magnesium . . .	2,88	— „ Natrium	3,280
Salpeters. Magnesium .	3,78	— „ Calcium	0,068
„ Ammonium .	0,127	— Organ. Substanz	0,904
Kieselsäure	0,224	—	0,004
	472,825	350,579	30,634
Spezifisches Gewicht . .	1,321	1,334	1,285

Vorgänge beim Salzsieden. Das Salz scheidet sich beim Salzsieden aus, sobald es nach völliger Sättigung der Soole bei weiterem Wasserverdampfen seines Lösungsmittels beraubt wird. Nach den Untersuchungen von *J. Karsten* (s. S. 32 u. 34) stehen Siedepunkt und Kochsalzgehalt in folgendem Verhältnisse:

Sättigungspunkt	Kochsalzgehalt	Siedepunkt
+ 15,3° *C.*	26,8 *Pzt.*	107,9° *C.*
+ 100,0 „	29,1 „	108,8 „
+ 107,9 „	29,4 „	108,9 „

Eine bei 15,3° *C.* mit 26,8 *Pzt.* Kochsalz gesättigte Soole nimmt also beim Erwärmen bis auf 107,9° *C.*, wo sie noch nicht siedet, d. h. unter Wallung Wasser in Dampfform abgiebt, noch 2,6 *Pzt.* Kochsalz auf. Sie ist dabei dem Siedepunkte 108,9° *C.* so nahe gerückt, dafs eine weitere Aufnahme von Kochsalz bei stärkerer Erhitzung nicht eintritt, also 29,4 *Pzt.* die Grenze des Gehaltes einer darstellbaren gesättigten Kochsalzsoole bei gewöhnlichem Luftdruck ausmacht. Durch die Anwesenheit von Nebensalzen ändert sich dieses Verhältnis. Der Prozentgehalt an Rohsalz ist dann noch etwas höher und auch der Siedepunkt liegt höher.

Den Umstand, dafs gesättigte siedende Soole bei der Abkühlung auf 15° *C.* etwa 2,6 *Pzt.* Kochsalz fallen läfst, hat man auf verschiedene Weise bei dem Verfahren zur Kochsalzgewinnung benutzt.

Unbeabsichtigt tritt die Salzausscheidung in den Pfannen ein, wenn der Betrieb unterbrochen wird, z. B. Sonntags über, und die

Digitized by Google

Pfannen mit gesättigter Soole gefüllt sind. Durch das Dämpfen der Feuer kühlt sich die Soole ab und Salz, gewöhnlich in grofsen, festen Krystallen, scheidet sich aus (Sonntagssalz).

Zu Moutiers in Savoyen dampfte man früher gradirte Soole bis zur Sättigung ein und liefs sie heifs von einem Behälter aus an ausgespannten Stricken langsam herunterfliefsen (s. S. 548). Infolge der Abkühlung und starken Wasserverdunstung überzogen sich die Hanfseile mit einer Salzkruste. Die in den unteren Behälter herabgeflossene Soole wurde wiederholt (16 mal) demselben Verfahren unterworfen, so lange bis das auskrystallisirende Salz zu unrein wurde. Das Verfahren wurde nur im Sommer bei günstiger Witterung ausgeführt. Man sammelte von den Seilen zweimal jährlich die etwa 10 *cm* dicke Salzkruste durch Abschlagen. Vier Siedepfannen zum Erwärmen der Soole erforderten 100000 *m* Seillänge.

Auch bei neueren Salzerzeugungsapparaten, die aber nur versuchsweise oder beschränkte Anwendung gefunden haben, hat man die verminderte Lösungsfähigkeit des Salzes in abgekühlter Soole und die bei der Abkühlung stark siedender Soole hervorgerufene starke Verdampfung zur Salzgewinnung benutzt, z. B. bei dem Patente von *Schäffer* und *Budenberg* in Buckau-Magdeburg (*D. R.-P.* Nr. 13938 vom 28. Sept. 1880), wobei die im Piccard-Apparate erhitzte Soole in eine Planpfanne eingelassen wird, in der sie sich um 5 bis 8° abkühlt und Salz ausscheidet, was sich in beständigem Kreislaufe der Soole wiederholt. Auch bei den später beschriebenen Cirkulirpfannen begünstigt die Abkühlung die Salzabscheidung.

Bei denjenigen neueren Salzerzeugungsapparaten, in welchen der Dampf künstlich abgesogen wird, und die Dampfentwickelung in einem besonderen Vakuumkessel vor sich geht, wirkt die Abkühlung der Soole mit auf die Salzabscheidung, wenn sie auch nicht Hauptmittel dafür ist.

Die Zusammensetzung der Soolbestandteile ist nicht völlig bekannt, beim Verdampfen des Wassers scheiden sie sich indessen in einer bestimmten Reihenfolge ab. Diese ändert sich je nach der Zusammensetzung der Soole und ist noch nicht für alle Verhältnisse völlig erforscht.

Zunächst verwandeln sich doppeltkohlensaure Salze, soweit sie in nicht gradirten Soolen vorhanden sind, unter Verflüchtigung von Kohlensäure in unlösliche Karbonate, die sich abscheiden. Sind kohlensaures Magnesium und kohlensaures Natrium in der Soole, so setzen sie sich mit Gyps beim Konzentriren der Soole in der Siedehitze zu kohlensaurem Calcium, Chlormagnesium und schwefelsaurem Natrium um, so dafs mehr Kalk und weniger Gyps ausfällt.

Nächst den Karbonaten scheidet sich Gyps aus, nach Verhältnis der Menge des verdampften Wassers und der durch verschiedene Umstände veränderten Löslichkeit des Gypses.

Ist die Soole gesättigt, so scheidet sich Kochsalz mit etwas Gyps und einem unlöslichen Doppelsalze von schwefelsaurem Calcium und

Digitized by Google

schwefelsaurem Natrium ab, so lange bis die Mutterlauge mit einem oder mehreren der vorhandenen Nebensalze gesättigt ist, dann beginnen auch diese sich auszuscheiden.

Beim Verdampfen der Soole bildet sich zunächst auf der Oberfläche Schaum, der neben Gyps und Kochsalz, kohlensaures Calcium und Magnesium, auch geringe Mengen schwefelsaures Magnesium, schwefelsaures Natrium und schwefelsaures Kalium enthält und häufig durch Beimengungen organischer Substanzen schmutzigbraun gefärbt ist.

Der bei starker Wallung während der Störperiode ausfallende Salzschlamm enthält neben grofsen Mengen von Chlornatrium, schwefelsaure Erden und Alkalien, besonders das unlösliche Doppelsalz von schwefelsaurem Natrium-Calcium. Dieses findet sich ebenso auch mit schwefelsaurem Kalium in dem sonst aus Gyps und Chlornatrium bestehenden Hungerstein, auch in dem Pfannenstein, wenig in dem Salzstein. Jedoch enthalten alle diese festen Produkte, da konzentrirte Lauge in sie eindringt, geringe Mengen leicht löslicher Salze, die sonst in der Mutterlauge gelöst zurückbleiben. Da die Steine auf dem Pfannenboden festbrennen, so sind sie hauptsächlich starker Erhitzung ausgesetzt. Die eindringende, zuletzt stark mit leicht löslichen Salzen angereicherte Soole verdampft, ohne dafs die leicht löslichen Salze Gelegenheit hätten, in der zurückbleibenden Mutterlauge wieder in Lösung zu gehen, da sie durch nicht mehr lösliche Salzbestandteile eingeschlossen werden. Dafs auch in dem Salzschaume leicht lösliche Salze enthalten sind, erklärt sich nicht nur daraus, dafs der Schaum von Soole durchdrungen ist, die beim Abschöpfen des Schaumes mitgenommen wird, sondern auch daraus, dafs die Soole in dem Schaume bei längerem Verweilen an der Oberfläche unter beständiger Erneuerung Gelegenheit hat, zu verdunsten und die festen Bestandteile im Schaume abzusetzen.

In der Mutterlauge bleiben im übrigen die leicht löslichen Salze zurück, also besonders Chlormagnesium, schwefelsaures Kalium, schwefelsaures Natrium und schwefelsaures Magnesium, ferner auch Chlorkalium, das indessen nur selten, bei Abwesenheit von schwefelsaurem Magnesium und schwefelsaurem Natrium, in den Soolen enthalten ist (s. S. 85), und Chlorcalcium bei Abwesenheit dieser schwefelsauren Salze.

Das zunächst niederfallende Salz ist mit Gyps und dem Doppelsalz von schwefelsaurem Natrium-Calcium stark versetzt, auch von mechanischen Beimengungen getrübt, so dafs es besonders gehalten werden mufs und als Speisesalz nicht verwendet werden kann. Man bezeichnet dieses Salz als Krücksalz.

In das dann ausfallende weifse Salz gehen immer geringe Mengen Gyps, der in feiner Schlammform ausfällt und Chlormagnesium aus der am Salze haftenden Lauge über. Dasselbe geschieht mit Chlorcalcium, wenn es in der Soole vorhanden ist. Dafs auch schwefelsaures Magnesium und Alkalien oder Chlorkalium in das Salz mit der anhaftenden Lauge übergeht, ist für das Salz nicht wesentlich nachteilig.

Digitized by Google

Die Menge der leicht löslichen Salze in dem ausgeschlagenen Salze wird gröfser sein, als in der Menge der anhaftenden Soole enthalten ist, wenn das Salz längere Zeit in der Soole am Pfannenbord gelegen und Gelegenheit gehabt hat, vermöge der Kapillarität immer von neuem Soole anzusaugen, die an der Oberfläche des Salzes verdunstet und die leicht löslichen Salze zurückläfst. Ein Überspülen mit Soole wird dann den Gehalt an leicht löslichen Salzen vermindern.

Reinigung der Soolen.

Bei einigen Soolen ist es nötig, darauf bedacht zu nehmen, dafs man diejenigen Stoffe, welche beim Verdampfen nachteilig wirken oder das ausgeschiedene Salz verunreinigen, vor der Salzausscheidung aus der Soole entfernt. Bei schwachen Soolen geschieht dies durch die Gradirung, bei der sich Eisenoxyd, kohlensaure Erden und Gyps neben geringen Mengen anderer schwefelsaurer Salze als Dornstein an den Dornwänden oder als Schlamm absetzen. Auch der bei vielen Quellsoolen vorkommende Gehalt an bituminösen organischen Stoffen vermindert sich durch die Gradirung.

Indessen enthalten auch gradirte Soolen ebenso wie ungradirte häufig organische Stoffe, was sich beim Versieden durch stärkere Schaumbildung, auch durch eine dunklere braune Färbung der Soole zu erkennen giebt. Die anfangs klare oder schwach gelblich gefärbte Soole wird beim Versieden immer dunkler und zuletzt völlig unklar. Es kann dazu kommen, dafs man den Siedeprocefs dann unterbrechen und die noch an Kochsalz reiche Mutterlauge entfernen mufs. Besonders bei frischer Bedornung der Gradirwände nimmt die Soole Extraktivstoffe aus dem frischen Holze auf, auch Staub, Blütenstaub von benachbarten Feldern wird vom Winde gegen die Gradirwände geworfen und gelangt dann in die Soole. Die dunkelbraune Färbung der Soole raubt dem Salze die klare weifse Farbe. Man schneidet deshalb die Dornen im Winter zur Zeit der Saftstockung und wäscht sie nach dem Einlegen wiederholt mit frischer schwacher Soole, die man unbenutzt weglaufen läfst, aus. Am besten ist es, wenn sich zunächst eine dünne Steinschicht auf den Dornen absetzt, so dafs eine weitere Extrahirung des Holzes durch die Soole verhindert wird.

Bei kleineren Soolmengen läfst sich der Farbstoff dadurch entfernen, dafs man die Soolen vor dem Versieden mit Ätzkalk behandelt, wobei sich der Farbstoff mit ausscheidender Magnesia niederschlägt. Sind jedoch organische Stoffe von der Beschaffenheit darin enthalten, dafs sich beim Salzsieden eine die Krystallisation erschwerende firnisartige Haut auf der Soole bildet, die auch beim Aufwallen nicht genügend koagulirt, um als Schaum abgezogen werden zu können, so hat man mitunter Blut, Eiweifs, Bier, Alaun, Butter, Pech angewendet, wovon der Soole beim Stören, kurz vor der Gare, zugesetzt wird. Da-

Digitized by Google

durch bringt man die organischen Stoffe mit den Zusätzen dazu, sich zusammenzuziehen (zu koaguliren), so dafs sie im Schaume abgezogen werden können.

Man hat ein Filtriren solcher Soolen durch Kohlenklein, Sand oder Steinkohlenasche als sehr wirksam empfohlen, auch eine Behandlung mit übermangansaurem Kalium, was indessen für gewöhnlich zu kostspielig ist.

Auch durch Einbringen von Erlenholz, Bündeln von Erlenrinde, wird die Zerstörung der Haut auf dem Soolspiegel und die Verdampfung befördert. Man wirft das Holz kurz vor der Gare in die Soole und nimmt es beim Abziehen des Schaumes wieder heraus. Die in der Rinde enthaltenen Stoffe, Gallussäure, Gerbstoff scheinen die Eigenschaft zu haben, die organischen Stoffe, die sich als Haut über die Oberfläche ziehen, dazu zu bringen, zu gerinnen und Niederschläge zu bilden.

Durch Alaunmehl hat man in Clemenshall eine Reinigung der Soole zu erreichen gesucht. Die Soole erhielt den Zusatz in der Vorwärmepfanne und wurde nach der Klärung in die Soggepfanne eingelassen. Sie soll durch den Alaun schneller gereinigt, und es soll die Bildung gröfserer Krystalle veranlafst werden. Durch Analysen ist jedoch festgestellt worden, dafs das Salz nicht reiner ausfällt, als von anderen Salinen, die unter gleichen Verhältnissen ohne Alaun arbeiten.

Beim Aufwallen der Soole scheidet sich besonders gegenüber der Feuerstätte schmutzigbrauner Schaum ab, der aus Extraktivstoff und erdharziger Masse in verändertem Zustande besteht. Man zieht den Schaum mit Blechkrücken an den Bord und nimmt ihn auf den Krückblättern heraus.

Handelt es sich nur um Zerstörung von Salzhaut, so ist ein häufiges Überspritzen mit Soole zur Beseitigung der Haut erforderlich. Bei den Arbeiten in der Pfanne mit den Salzkrücken wird die Haut beständig zerstört und an der Bildung gehindert. Scharfe Zugluft befördert die Bildung der Salzhaut.

In Dürrenberg pflegt man der Soole bei der Grobsalzbereitung vor dem Schlammkrücken $^1/_2$ bis 1 *kg* Schiffspech auf 30 bis 35 *cbm* Siedesoole zuzusetzen, um die Zerstörung der Salzhaut herbeizuführen und die Ausscheidung groben Salzes zu befördern. In Erfurt setzt man bei der Bereitung feinen Buttersalzes $1^1/_2$ *kg* reinen Rindertalg zum Zerstören der Salzhaut zu, die dann niederfällt, und befördert dadurch die Verdampfung.

Nachteilig auf die Farbe des Salzes wirkt ein Eisengehalt der Soole. Kohlensaures Calcium, kohlensaures Eisen- und Manganoxydul und Kieselsäure schlagen sich beim Stören als gelber Schlamm nieder. Mischt sich dieser Schlamm mit dem Salze, so bekommt dieses eine gelbliche Färbung. Man sucht deshalb das Eisen zu entfernen. Dieses

Digitized by Google

geschieht gewöhnlich vor dem Einlassen der Soole in die Pfannen. Kann man das Eisen nicht durch Gradirung ausscheiden, so läfst man die Soole durch lange hölzerne Gerinne fliefsen (Stotternheim, Inowrazlaw), um sie möglichst mit Luft in Berührung zu bringen und zum Fahrenlassen der Kohlensäure, die sie löslich macht, zu veranlassen; oder man preſst Luft in die Behälter, in denen die Soole aufbewahrt wird (Georgenhall bei Hannover); oder man setzt der Soole in der Störpfanne oder vor der Gare Ochsenblut zu, auch das im Handel vertriebene Albumin, das aus braunroten Blättchen besteht (Inowrazlaw u. a.). Zu Georgenhall bei Hannover setzt man z. B. zu einer Soolmenge von 40 bis 50 *cbm* in einer Pfanne $1^1/_2$ bis 2 *kg* Albumin zu. 100 *kg* dieses Stoffes kosten etwa 80 *Mk.* Zu Inowrazlaw enthielt die früher versottene, aus Bohrlöchern gewonnene Steinsalzsoole in einem Liter 0,042 *g* kohlensaures Eisenoxydul. Zum Niederschlagen des Eisens leitete man die Soole über die Soolreservoire in einer 200 *m* langen Kandel. In den Vorwärmpfannen wurde Albumin zugesetzt, die Soole wurde dann durch ein Holzkohlenfilter und durch Klärbassins geleitet. In dem geronnenen Albumin setzt sich der gelbe Schlamm ab und kann dann als Schaum leicht mit der Schaufel oder mittels Schlammbrettern abgenommen werden.

Um zu verhüten, daſs Gyps in zu reichlicher Menge ins Kochsalz übergeht, werden die an Gyps reichen Soolen, besonders wenn es sich um die Darstellung des bei niedrigen Wärmegraden zu versiedenden Grobsalzes handelt, in besonderen Pfannen bis zur Gare gestört, wobei sich der meiste Gyps in dieser Pfanne, der Störpfanne, niederschlägt. Die Soole wird dann in die Soggepfannen eingelassen, in der die Kochsalzausscheidung vor sich geht. Vor der Gare wird der in der Störpfanne niedergeschlagene Schlamm sorgfältig an den Rand der Pfanne angekrückt und herausgenommen.

In der Regel hat man es beim Salzsieden mit gesättigten Gypslösungen zu thun. Wenn auch ein Teil des Gypses durch Stören in besonderen Pfannen, durch Aufbrennen von Pfannenstein ausgeschieden wird und ausgehalten werden kann, so ist es doch nicht möglich, die Vermengung des feinen Gypsschlammes mit dem ausgeschiedenen Kochsalz und den Übergang von Gyps in das Kochsalz zu verhüten, zumal da es im Interesse der Wärmeausnutzung und Schonung der Salzpfannen liegt, das Aufbrennen des Gypsschlammes auf dem Pfannenboden, also die Bildung von Pfannenstein möglichst zu verhüten, und durch beständiges Krücken, besonders an den heiſseren Stellen, das Ablagern des Schlammes zu verhindern und ihn in Bewegung zu erhalten. Der erste Gypsschlammniederschlag wird zwar in dem Krücksalz entfernt, bei der späteren Salzausscheidung geht aber der Gyps mit in das Salz.

Will man zur Beseitigung von Chlormagnesium in Gegenwart von schwefelsaurem Natrium Kalkmilch zusetzen (s. Seite 87), so

Digitized by Google

geschieht dies zweckmäfsig vor dem Soggen in besonderen Störpfannen.

Nachteilig ist es, das aus den Pfannen bei angereicherter Mutterlauge zuletzt ausgeschlagene Salz zum Abtropfen oben auf das Salz der ersten Ausschläge zu werfen, wie vielfach der Einfachheit halber geschieht. Vielmehr wird man das Salz der letzten Ausschläge zweckmäfsig an besondere Stellen der Tropfbühnen bringen und die ersten Ausschläge des folgenden Werkes oben darauf, damit die weniger mit Chlormagnesium angereicherte Soole des neuen Werkes die letzten an Chlormagnesium reicheren Ausschläge des vorhergehenden Werkes durchdringt und auswäscht.

Ein Auswaschen mit Wasser, wie es bei der Seesalzbereitung geschieht, empfiehlt sich bei dem kostspieligen Siedereibetriebe nicht, da zu viel Salz dabei verloren gehen würde, dagegen empfiehlt sich das Auswaschen mit reiner Steinsalzsoole (s. S. 99).

Wo ein gröfserer Chlormagnesiumgehalt als etwa 0,2 *Pzt.* im Salze zurückbleiben würde (s. S. 97), ist es erforderlich, die Chlormagnesiumlauge noch mehr als durch gewöhnliches Abtropfenlassen aus dem Salze zu entfernen. Dies geschieht zweckmäfsig mit Schleuderapparaten (Centrifugen), in die das Salz sogleich, ohne dafs es erst längere Zeit zum Abtropfen gelegen hat, mit etwa 20 *Pzt.* Feuchtigkeit gebracht wird, worauf es bis auf etwa 2 bis 4 *Pzt.* durch Abschleudern der Flüssigkeit getrocknet wird.

Zur Reinigung der Soolen von schwefelsauren, kohlensauren Salzen und Chloriden des Calciums und des Magnesiums, sowie des Eisens wendet *Mauricio Manuel Monsanto* in Hoboken (New-Jersey, Amerika) dreifach basisch phosphorsaures Natrium, Trinatriumphosphat (Na_3PO_4) an[1]) (*D. R.-P.* Nr. 55976). Es bildet sich dabei aus den schwefelsauren Salzen schwefelsaures Natrium, das in der Mutterlauge zurückbleibt, aus den Chloriden Chlornatrium, während die Erden und das Eisen als phosphorsaure Salze niedergeschlagen werden. Diese Niederschläge sind sehr leicht und flockig und besitzen wie gallertartige Stoffe oder geronnenes Eiweifs die Eigenschaft, andere Verunreinigungen der Soole mit niederzuschlagen. Das Eisen der Pfanne wird vom Trinatriumphosphat nicht angegriffen, da beim Umsetzen keine freie Säure entsteht. Auch wenn es nicht in der Menge zugesetzt wird, dafs sämmtlicher Gyps in phosphorsaures Calcium verwandelt werden kann, wirkt es insofern günstig, als es verhindert, dafs der ausfallende Gypsschlamm an der Pfannenfläche haften bleibt und Pfannenstein bildet. Nach dem Absetzen des Niederschlages kann die gereinigte Soole abgezogen werden, oder sie wird über ein Filter geleitet. Auch kann der Niederschlag in der Verdampfungspfanne zurückbleiben, wobei er sich in der Mutterlauge ansammelt. Im letzteren Falle würde eine nachteilige

[1]) *Ö. Z.* 1892, 40, 504. *P. J.* 1893, 288, 189.

Digitized by Google

Beimischung unter das ausfallende Kochsalz nicht verhindert werden können. Der hohe Preis des Trinatriumphosphates schliefst zur Zeit die Anwendung bei der Salzerzeugung im grofsen aus.

In Schönebeck setzt man zur Reinigung der Soole von schwefelsauren Alkalien für die Gewinnung feinsten Tafelsalzes chemisch reines Chlorcalcium in der Menge zu, dafs alle Schwefelsäure in der Soole an Calcium gebunden ist[1]). Die Soole wird in einer Rundpfanne gar gestört und dann zur Reinigung von dem hauptsächlich aus Gyps bestehenden Schlamme filtrirt.

Zum Filtriren benutzt man einen 2 *m* hohen Bottich, der etwa 25 *cm* unter dem oberen Rande einen zweiten, mit 24 Löchern versehenen Boden hat. In diese Löcher sind baumwollene Filterschläuche von 1,30 *m* Länge eingehängt, die durch Kupferringe versteift sind. Die Soole tritt von unten in den Bottich, durch die Schlauchwandungen hindurch und fliefst über dem zweiten Boden ab. Der Schlamm bleibt an den äufseren Schlauchwandungen haften und wird nach sieben- bis achttägigem Gebrauche mit Wasser, das in umgekehrter Richtung durch die Schläuche geführt wird, abgespült. Er sammelt sich am Boden des Bottichs. Durch eine im unteren Teile des Bottichs angebrachte Reinigungsöffnung wird der Schlamm entfernt, die Schläuche werden aufserdem gründlich abgespritzt.

Die gereinigte Soole, die immer noch Gyps und Chloride von Magnesium, Calcium und Kalium enthält, wird in einer zweiten Rundpfanne versotten. Das gewonnene Salz wird in Centrifugen getrocknet und dabei von den noch in der Soole enthaltenen leicht löslichen Chloriden gereinigt. Es enthält, wenn es 20 Minuten geschleudert ist, nur noch etwa 1 bis 1,3 *Pzt.* Wasser, ist völlig frei von Klumpen und hat ein blendend weifses, feinkörnig-krystallinisches Aussehen. Durch Absieben in einem feinmaschigen Siebe werden etwa noch beigemengte kleine Stückchen Pfannenstein ausgehalten.

Zu verwerfen sind Mittel zur Reinigung der Soole, die der Gesundheit schädlich sind. Dazu gehört das giftige Chlorbarium, das zur Beseitigung der schwefelsauren Salze, insbesondere auch des Gypses, angewendet werden könnte. Man wird nur so viel Chlorbarium zusetzen dürfen, dafs kein Überschufs davon in der Soole verbleibt. Eine genaue Prüfung des Gehaltes der Soole an Schwefelsäure und nach der Fällung, ob Chlorbarium in Lösung verblieben ist, wäre erforderlich. Die Soole mufs von dem niedergeschlagenen feinen Barytschlamme durch Filtriren gereinigt werden.

Statt unreinere Soolen in besonderen Pfannen gar zu stören, verwendet man, besonders bei sehr langen Pfannen, den hinteren kühleren Teil der Siedepfanne als Reinigungs- und Klärpfanne, indem man die Pfanne durch eine eingesetzte Scheidewand teilt (Salzungen). Zu

[1]) *Pr. Z.* 1899, **47**, 216.

Digitized by Google

Inowrazlaw[1]), wo die Soole 0,042 *g* kohlensaures Eisenoxydul im Liter enthält, mufte man aufser einer 200 *m* langen Kandelleitung und einer Vorwärmepfanne von 13 *cbm* Inhalt, in der Albumin zur Reinigung der Soole zugesetzt wurde, und Anwendung eines Holzkohlenfilters noch den vierten Teil der Siedepfannenfläche zur Klärung der Soole verwenden, bis man besondere Klärbassins und Vorwärmer in genügender Gröfse eingebaut hatte.

Die Ausführung der Arbeiten beim Salzsieden.

a) Störperiode. Beim Versieden der Soole in der meist gebräuchlichen Weise, nämlich in offenen rechteckigen, flachen Planpfannen, die etwa 8 bis 10 *m* breit, 10 bis 15 *m* lang und 40 *cm* hoch sind, wird die Arbeit in folgender Weise ausgeführt. Wird Stören und Soggen in einer Pfanne vorgenommen, so läfst man die meist nicht vorgewärmte Soole aus dem neben der Pfanne befindlichen, mit der Soolröhrenfahrt in Verbindung stehenden Soolständer in die Pfanne laufen. Die Pfanne ist gewöhnlich vom vorhergehenden Werke noch erwärmt, enthält auch, wenn die Mutterlauge nicht ausgeschöpft war, noch einen Rest Soole, der sich mit der frischen Soole mischt. Von Salzansätzen hat man die Pfanne möglichst gereinigt, ebenso alle Ansätze von den Tropfbühnen oder von dem Pfannenmantel, wenn er als Tropfbühne dient, abgestofsen und in die Pfanne fallen lassen. Dort werden sie von der frisch zufliefsenden Soole aufgelöst und reichern sie an. Da das bei den letzten Ausschlägen des vorhergehenden Werkes stark gedämpfte Feuer nun kräftig angeschürt wird, so erwärmt sich die zufliefsende Soole schnell, kann deshalb auch noch gröfsere Mengen Salz aufnehmen und löst auch noch vom Boden den Salzstein und einen Teil des salzhaltigen Pfannensteins. Auch die eisernen Arbeitsgeräte, mit denen man im Salze und in der Soole zu arbeiten hat, legt man beim Einlassen in die Pfanne und läfst sie in der Soole untertauchen, da sie beim Liegen an freier Luft rosten und beim Arbeiten im Salze dann gelbe Flecken zurücklassen würden, in der warmen Soole aber vor dem Rosten geschützt bleiben. Man kann den Soolzufluſs und die Feuerung so regeln, dafs die mit etwa 30 *cbm* zu füllende Pfanne in einer Stunde angefüllt ist und dafs sich die Soole dann annähernd im Sieden befindet. Zeigt sich dabei, wie oben erwähnt, Schaum auf der Oberfläche, so zieht man diesen zunächst mit den Salzkrücken ab und entfernt ihn.

Man sorgt nun dafür, dafs die Soole während mehrerer Stunden durch starkes Feuern (Störfeuer) in kräftiger Wallung erhalten bleibt.

---

[1]) *Pr. Z.* 1879, 27, 26.

Digitized by Google

Da sich schwefelsaure Salze, besonders Gyps, in Schlammform niederschlagen, und da man befürchten muſs, daſs dieser Schlamm, besonders bei dem lebhaften Feuer, an den heiſsesten Stellen festbrennen wird, so muſs beständig mit den Salzkrücken, vorzugsweise an den heiſsesten Stellen der Pfannen über den Feuern, gearbeitet werden, das heiſst der Schlamm wird beständig mit den Krücken an den Pfannenbord gezogen. Ein Aufbrennen des Schlammes hat zur Folge, daſs die Wärmevermittelung von den Feuergasen auf die Soole sehr beeinträchtigt wird, da Gyps sehr wenig Wärmestrahlen durchläſst, nur schwach diatherman ist. Ein Aufbrennen von Salzkrusten ist weniger nachteilig, weil Salz die Wärmestrahlen fast völlig durchläſst, also sehr diatherman ist.

Gyps läſst 14 *Pzt.*, Salz 92,3 *Pzt.* Wärmestrahlen durch, die übrigen werden absorbirt oder zerstreut (s. S. 103).

Die Folge dieser schwachen Wärmeleitungsfähigkeit des Gypses ist überdies, daſs sich der Pfannenboden stark erhitzt, gar wohl glühend wird und durch die Einwirkung der Feuergase zerstört wird, also Lecke bekommt, durch die die Soole im weiteren Verlaufe des Stör- und Soggeprocesses hindurchtröpfelt oder gar gröſstenteils durchflieſst und verloren geht, wenn nicht inzwischen Abhülfe geschafft werden kann. Die zerstörende Wirkung der Feuergase wird noch dadurch erhöht, daſs aus der an den heiſsesten Stellen eintröpfelnden Soole die Chloride in der groſsen Hitze zersetzt werden, so daſs die Feuergase mit Chlor und Chlorwasserstoffsäure versetzt sind und der Angriff um so stärker wird. Am leichtesten hierbei ist Chlormagnesium zersetzbar, jedoch wird auch zersetztem Chlornatrium, das in der Glühhitze mit den kieseligen Bestandteilen des Mauerwerkes Glasuren bildet, ein groſser Anteil zufallen.

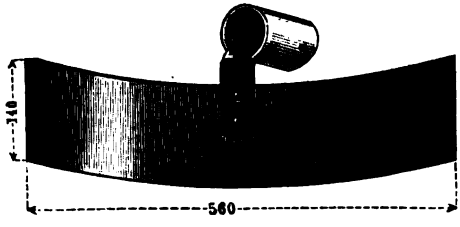
Es muſs also in der Störperiode ganz besonders vermieden werden, daſs Schlamm auf der Pfanne aufbrennt. Die Entfernung des Schlammes ist zudem zum Reinigen der Soole notwendig. Kommen dennoch Lecke vor, so wird man zunächst durch Besichtigung der unteren Pfannenfläche von der Feuerstelle aus feststellen müssen, wo sich der Leck befindet und versuchen, ihn mit Werg oder ähnlichen Stoffen zuzustopfen, was durch die ausflieſsende Soole und den sich einziehenden Schlamm und dadurch entstehende Aufbrennungen begünstigt wird, oder man bringt mit einem Reiserbesen gelöschten Kalk auf die Stelle. Oft bleibt der Leck durch den Pfannenstein geschlossen und wird erst nach dessen Entfernung bemerkt. Oder es gelingt nicht, ihn schnell genug zu finden und zuzustopfen, dann geht die Soole verloren, und man wird erst durch eine Pfannenausbesserung den Schaden beseitigen müssen.

Zum Ansammeln des Schlammes an den Pfannenborden dienen die auch zum Salzziehen bestimmten Salzkrücken. Diese bestehen aus einem 56 *cm* breiten, 14 *cm* hohen, schwach gebogenen Schaufel-

Digitized by Google

blech, das an einer langen hölzernen Stange rechtwinkelig zu dieser stehend befestigt ist (s. Fig. 163). Das schmiedeeiserne Krückblech wiegt etwa 2,75 *kg*. Holzkrücken werden jetzt seltener angewendet. Die als Griffe dienenden runden Holzstangen (Krückstangen) sind 40 bis 70 *mm* stark und verschieden lang. Da es bei der grofsen Breite der Pfanne gewöhnlich nicht möglich ist, den ganzen Zug durch die Pfanne hinter einander zu machen, zieht man in Absätzen heran, was die Ausführung erleichtert und deshalb geboten ist, weil die Umfassungswände der Siederäume nicht so weit herausgerückt werden, dafs die Krückstangen der ganzen Breite der Pfannen entsprechend herausgezogen werden könnten. Gewöhnlich zieht man, von beiden Längsseiten der Pfanne aus, Schlamm oder Salz von der Mitte der Pfanne her in drei Absätzen an den Bord und benutzt dazu Salzkrücken mit 5, $3^1/_2$ und 2 *m* langen Stangen.

Fig. 163.



Bei den Tyroler Pfannen krückt man das Salz durch die ganze Breite der Pfanne nur an einen Längsbord.

Der an die Borden gekrückte Schlamm wird mit flachen Schaufeln herausgenommen und an besonderer Stelle auf die Tropfbühnen oder den Pfannenmantel gebracht, gewöhnlich mit dem später zu ziehenden Krücksalze zusammen.

Je feiner verteilt der Schlamm ist, um so sorgfältiger mufs er ausgekrückt werden, sonst wird das Salz unansehnlich, oder es bildet sich Pfannenstein. Früher fing man wohl den Schlamm in eisernen, in die Pfanne gestellten Kasten, sogenannten Setzpfannen, auf, die nach der Beendigung der Reinigungsarbeiten wieder herausgenommen wurden.

An anderen Orten schlägt man auch den Schlamm in geflochtene Körbe, die zum Abtröpfeln der Soole auf Gestellen neben den Pfannenborden hängen.

Da durch das Wasserverdampfen der Soolstand bis zur Gare abnimmt, so ersetzt man das Fehlende durch Einlassen (Nachschlagen) von Soole. Besonders bei geringgrädigen Soolen wird ein wiederholtes Nachschlagen zweckmäfsig sein, um einen für die Salzausscheidung angemessenen Soolstand zu erhalten. In der Regel richtet man sich so ein, dafs bei Feinsalzbereitung ein Werk, also die Arbeit vom Beginn des Füllens bis zur Beseitigung des letzten Salzausschlages, 24 Stunden dauert. In Dürrenberg gewinnt man aus den Pfannen auf 100 *qm* Pfannenfläche für jedes Werk durchschnittlich 8400 *kg* Salz, wobei auch die ungünstig verlaufenen Werke und die Werke, bei denen Salz von gröberem Korn erzeugt worden sind, mitgerechnet sind. An Feinsalz

Digitized by Google

kann man auf 100 *qm* Pfannenfläche bei 35 *cm* Soolstand in 24 Stunden bis 12000 *kg* Salz gewinnen, wenn man etwa 10 *Pzt.* auf Salzverluste rechnet. Dazu müfste die Pfanne schon bis zu der Höhe von 35 *cm* mit gesättigter siedender Soole gefüllt gehalten werden. Dieses ist aber nicht zweckmäfsig, da das an die Borden gekrückte Salz unter der Soole bleiben und sehr nafs auf die Tropfbühnen gelangen würde, auch ist die Arbeit bei hoch gefüllter Pfanne erschwert und giebt durch Überspritzen Anlafs zu Soolverlusten. Besonders mufs man aber auch besorgen, dafs durch unvermutetes Lecken der Pfannen eine sehr grofse Menge garer und deshalb wertvoller Soole verloren gehen kann. Man macht deshalb, z. B. in Dürrenberg, bei niedrigerem Soolstande der garen Soole erst eine Reihe von Salzausschlägen und schlägt dann, wenn das Werk vormittags begonnen worden ist, in der Nacht nochmals frische Soole nach, die sich mit dem zurückgebliebenen Teile garer Soole mischt, schnell gar gestört werden kann und weitere Salzausschläge liefert. Man kann sich dann mit der nachzuschlagenden Menge so einrichten, dafs das Werk nach Verlauf von 24 Stunden fertig ist.

Hat man sehr unreine Soolen, so ist es zweckmäfsiger, das Stören und Schlammziehen in besonderer Störpfanne vorzunehmen. Man stellt dann die Störpfanne in ein etwas höheres Niveau, so dafs man die gare Soole durch ein seitlich an der Bordwand zu öffnendes Spundloch nach Bedarf in die Soggepfannen abfliefsen lassen kann. Erst bei völliger Gare, wenn sich der Gyps gröfstenteils in der Störpfanne abgesetzt hat und ausgekrückt worden ist, darf man die Soole in die Soggepfanne überleiten. Alsdann ist auch ein Nachschlagen gargestörter Soole während des Soggens unbedenklich.

Den Stör- und den Soggeprocefs führt man jetzt seltener in verschiedenen Pfannen getrennt aus (z. B. in einigen Siedehäusern zu Schönebeck). Sehr zweckmäfsig kann man mit getrennten Pfannen arbeiten, wenn es sich darum handelt, grobkörniges Salz zu gewinnen, wobei eine Pfannenfüllung zwei, drei oder mehrere Tage bei verminderter Temperatur in der Soggepfanne verweilt, ehe ein Werk beendigt und eine neue Füllung nötig ist. Da man Soole mit 20 *Pzt.* Salzgehalt in acht bis neun Stunden gar stören kann, so würde eine Störpfanne bei dreitägigen Werken gare Soole für etwa acht Soggepfannen von gleich grofser Fläche liefern können; bei reicherer Siedesoole auch noch mehr. In Schönebeck hat man die Einrichtung so getroffen, dafs eine in etwas höherem Niveau liegende Störpfanne zu jeder Seite je eine Grobsalzpfanne speist und während des Soggens dieser Pfannen selbst zur Feinsalzbereitung benutzt wird. Die Einrichtung ist dann mitunter so getroffen, dafs die Abhitze des lebhaften Störfeuers zur Erhaltung der Wärme unter den Grobsalzpfannen benutzt wird. Es giebt dies jedoch zu unliebsamen Störungen des Grobsalzbetriebes Anlafs, wenn die Befeuerung der Störpfanne zur Ausführung von Ausbesserungen in der

Digitized by Google

Pfanne unterbrochen werden muſs, da sich dann die Soole mehr abkühlt als zulässig ist, so daſs entweder zu grobes Korn fällt, oder durch Rosten der Pfanne das Salz gelb gefärbt wird. Man wird dann gut thun, die Einrichtung so zu treffen, daſs das gedämpfte Störfeuer durch besondere Kanäle unmittelbar den Grobsalzpfannen zugeführt werden kann, oder daſs besondere Ersatzfeuer für die Nebenpfannen eingerichtet werden.

In dem neuen Siedehause Huyssen zu Schönebeck bedient eine 84 *qm* groſse, in 30 *cm* höherem Niveau liegende Störpfanne zwei 116 *qm* groſse Feinsalzpfannen, zwei 37,5 *qm* groſse Mittelsalzpfannen und zwei 60 *qm* groſse Grobsalzpfannen. Berücksichtigt man, daſs in den Mittelsalzpfannen zweitägiges, in den Grobsalzpfannen dreitägiges Salz hergestellt werden soll, so hat die Störpfanne täglich etwa vier Füllungen gar gestörter Soole zu liefern, so daſs für die Störperiode jeder Füllung sechs Stunden in Anspruch genommen werden dürfen.

Wird in einer Pfanne hinter einander gestört und gesoggt, so wird bei beginnender Gare der Schlammniederschlag immer salzreicher und die letzten salzreichen Niederschläge werden als Krücksalz an die Pfannenborde gekrückt und besonders ausgeschlagen.

Die eintretende Gare ist daran erkennbar, daſs die Schlammbildung aufhört und sich auf der Oberfläche der Soole eine Salzhaut zeigt. Damit ist der Störproceſs beendigt und es beginnt nun die Salzgewinnung im Soggeproceſs.

b) Soggeperiode. Sobald die Salzausscheidung beginnt, werden die Feuer gedämpft, es wird weniger nachgeschürt und der Zug wird durch Einsenken der Zugschieber etwas vermindert. Je gröberes Salzkorn gewonnen werden soll, um so mehr muſs man die Soole abkühlen lassen. Soll sehr feines Buttersalz hergestellt werden, so erhält man die Soole in lebhafter Wallung und durchkrückt sie ohne Unterbrechung; bei gewöhnlichem Feinsalz bleibt die Soole annähernd auf dem Siedepunkte und geht nur bis 90° *C.* herunter. Bei gröberem Salz läſst man die Soole ruhig stehen, ohne sie durch Krücken in Bewegung zu bringen, und überzeugt sich durch Wärmemessungen, daſs der erforderliche Temperaturgrad erhalten bleibt. Bei ganz grobem, acht- bis zehntägigem Salze läſst man die Soole, z. B. in Rothenfelde und Werl, bei einer Temperatur von 52,5° *C.* verdunsten. Beim englischen Fishery-Salt läſst man die Temperatur bis auf 40° *C.* herabgehen.

In allen Fällen bilden sich an der Oberfläche der Soole, wo die Wasserverdunstung stattfindet, kleine Salzkrystalle, die je nach der Stärke der Verdampfung schneller oder langsamer von der Oberfläche verschwinden und sich auf dem Boden ansammeln und danach, je nachdem sie Zeit gehabt haben, an der Oberfläche anzuwachsen, ein feineres oder gröberes Korn liefern. Bei sehr langsamer Verdunstung bilden sich abgestumpfte Trichterpyramiden, aus denen sich das Grobsalz zusammensetzt. Bei gutem Verlaufe des Soggens muſs die Ober-

Digitized by Google

fläche stets mit kleinen Salzkrystallen bedeckt sein, ohne dafs sich eine die Verdampfung erschwerende Salzhaut bildet. Man zerstört die Salzhaut durch Bewegung des Soolspiegels und Überspritzen von Soole mit der Krücke oder besonderen Überspritzern. Ein geringer Gehalt an Mutterlaugensalzen wirkt der Entstehung der Salzhaut entgegen. Man setzt deshalb wohl reinen Steinsalzsoolen Meerwasser oder etwas Mutterlauge zu. Eine zu starke Anreicherung mit Mutterlauge beschränkt infolge Erhöhung des spezifischen Gewichtes die Verdampfungsfähigkeit. Das Salz kann sich dann nicht gut zu regelmäfsiger Trichterform ausbilden, und es entstehen nicht sehr grobkörnige, blätterig durchwachsene Krystalle.

Von Zeit zu Zeit wird das ausgeschiedene Salz an den Bord gezogen. Bei Feinsalz mufs dies häufiger geschehen, um ein Aufbrennen auf den Pfannenboden und auf den bereits aufgebrannten Pfannenstein zu verhüten. Bei gröberem Salz ist ein Aufbrennen infolge der geringen Temperatur nicht zu befürchten. Bei Feinsalz mufs man hauptsächlich über dem Feuerstücke ohne allzu lange Unterbrechung krücken. Man zieht dabei das Salz nach und nach an den Bord, wo es einige Zeit liegen bleibt, dann wird es alle zwei Stunden oder in längeren Zwischenpausen mit Salzschaufeln, die ein durchlöchertes Schaufelblech haben (Auswerfeschaufeln), auf die Abtropfbühnen gebracht (ausgeschlagen). Grobsalz bleibt so lange liegen, bis das Salz nur noch wenig mit Soole bedeckt ist, dann wird es an den Pfannenbord gekrückt. Bei weniger grobem Salz und höherer Temperatur beschränkt man das Krücken auf den Teil der Pfanne, der über der Stichflamme liegt, um ein Aufbrennen zu verhüten. Auf einigen Salinen, z. B. in Werl, lockert man bei Grobsalz das auf dem Pfannenboden abgesetzte Salz mit eisernen Stocherschaufeln, wodurch aber der Glanz der Salzkrystalle leidet.

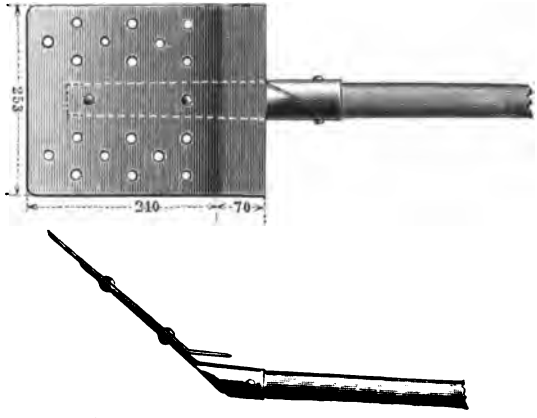
Das auf englischen Salinen dargestellte gröbste Salz (Fishery-Salt) fällt bei sehr niedriger Temperatur, bildet sich aber nicht an der Oberfläche der Soole, sondern am Boden und an den Borden, wo die zunächst gebildeten kleinen Krystalle zu grofsen, mitunter pfundschweren Krystallmassen anwachsen. Man läfst die Soole unberührt, bis nur noch wenig Flüssigkeit über dem Salze steht und schlägt dann ohne Salzausschlag wiederholt Soole nach, bis sich die Pfanne fast ganz mit Salz gefüllt hat. Beim nachfolgenden Kaltlegen wird der ganze Pfanneninhalt auf einmal gezogen. Auf dem *Falk*schen Werke bei Winsford setzt man, um ein möglichst grobes und scharfkantiges Produkt zu erhalten, $^1/_4$ *Pzt.* Alaun zu, 1 *kg* auf 400 *kg* Salz.

Bei Feinsalzbereitung mufs man darauf achten, dafs das Salz nicht zu lange in der soggenden Soole verweilt und dadurch Veranlassung hat, gröberes Korn zu bilden. Man schlägt es deshalb immer aus, wenn sich durch Ankrücken eine genügende Menge an den Borden angesammelt hat. Einige Zeit läfst man das Salz über dem Soolspiegel

Digitized by Google

am Pfannenborde liegen, damit es Gelegenheit hat, Flüssigkeit fallen zu lassen, und nimmt dann mittels Auswerfeschaufeln nur das Salz weg, welches über dem Soolspiegel gelegen hat. Grobsalz, das auf vielen Salinen, z. B. in Westfalen, keiner besonderen Trocknung unterworfen wird, läfst man mehrere Tage am Pfannenborde liegen, wo es Gelegenheit hat, den gröfsten Teil der Flüssigkeit fallen zu lassen und auszutrocknen. Es wird dann gleich aus der Pfanne in Spitzkörbe, die zum Ablaufen der Flüssigkeit einige Zeit in dem Pfannenraume stehen bleiben, gefüllt und dann in die Magazine geschafft, wo es mehrere Wochen lang an der Luft nachtrocknet. Bei Feinsalz mufs man jedoch sorgfältiger verfahren und das Salz in besonderen Gefäfsen (z. B. bei englischem Lumpsalz) oder Bühnen längere Zeit abtropfen lassen, bevor es in die Trockenräume geschafft wird. Man bringt dann den Salzausschlag gleich in die über der Pfanne oder über besonderen Abtropfrinnen oder Kanälen stehenden Abtropfgefäfse oder auf die Abtropfbühnen. Zum Salzausschlagen bedient man sich der aus siebartig durchlöchertem Eisenblech gefertigten Auswerfe-Schaufeln (Fig. 164). Die Sieblöcher sind 10 bis 12 *mm* grofs. Das Schaufelblech ist 240 *mm* lang und 253 *mm* breit und hat am oberen Rande eine 70 *mm* hohe Aufbiegung. Es wiegt $1^1/_3$ *kg*.

Fig. 164.



Ist das Salz zum gröfsten Teile ausgesoggt, so läfst man frisch gestörte Soole wieder einlaufen, oder wo Stör- und Soggeprocefs in einer Pfanne vorgenommen werden, schlägt man Soole zum Stören nach und soggt dann sämmtliches Salz aus, so dafs nach Verlauf von 24 Stunden ein neues Werk mit frischer Pfannenfüllung begonnen werden kann. Ein Rest Soole bleibt dabei jedesmal zurück, damit der heifse Pfannenboden nicht völlig frei von Flüssigkeit bleibt.

Bei weniger reinen Soolen mufs der mit Mutterlaugensalzen angereicherte Rest der Soole von Zeit zu Zeit entfernt werden. Die Pfanne wird ausgeschöpft. Man setzt eine Holzrinne an den Pfannenbord, die Arbeiter treten auf eine Holzbühne in die Pfanne und werfen die abgekühlte Lauge mit an Holzstielen befestigten hölzernen Schöpfkellen in die Rinne, von wo die Mutterlauge einem besonderen Reservoir zufliefst. Auf österreichischen Salinen läfst man die Mutterlauge in die bei den Pfannen eingebauten Labstuben laufen und setzt sie,

Digitized by Google

wenn die Pfanne von Stein gesäubert und ausgebessert ist, der folgenden Pfannenfüllung wieder zu, da ein nicht zu grofser Gehalt an Mutterlaugensalzen für die Formsalzbereitung günstig ist. Auf anderen Werken findet die Mutterlauge zu anderen Zwecken Verwendung.

Ausgeschöpft wird, je nach der geringeren oder gröfseren Reinheit der Soole, häufiger oder seltener, zu Dürrenberg z. B. nach jedem siebenten Werke, bei Feinsalzbereitung also jede Woche, bei Grobsalzbereitung, je nachdem man drei- oder acht- oder zehntägiges Salz bereiten will, wozu gewöhnlich nur die letzten Werke, vom vierten bis siebenten, verwendet werden, alle zwei, vier oder sechs Wochen.

Zu Heinrichshall bei Gera, auf den englischen Salinen bei Winsford (Cheshire) und anderen ist die Soole so rein, dafs man gar nicht ausschöpft. Die bei Winsford aus Soolschächten gewonnene Soole ist so rein, dafs sich an den Pumpen und in den Sammelteichen nur sehr wenig Ansätze zeigen, beim Sieden fällt wenig Gyps aus. Die Soole ist fast frei von Magnesium-, Calcium- und Kaliumsalzen, es bildet sich kein erdharziger Schlamm oder Schaum, wie auf anderen Salinen. Stören und Soggen werden in einer Pfanne vorgenommen, die in 24 Stunden zweimal gefüllt wird. Besonders nachts, wo die Feuer langsam gehen, krystallisirt das Salz aus, das dann täglich einmal in der Frühe gezogen wird.

Auch die in den Salinen des Salzkammergutes verwendete Soole ist zum Teil sehr rein und ermöglicht einen kontinuirlichen Betrieb derart, dafs die Pfanne beständig mit Soole annähernd gefüllt gehalten wird. Alle zwei Stunden wird Salz gezogen und während dieser Zeit fliefst Soole nach, was durch Stellung und Beaufsichtigung des Zufluſsventils oder durch automatisch wirkende Schwimmer, die das Zufluſsventil stellen (z. B. zu Ischl) geregelt wird. Das häufige Ausziehen des Salzes ist erforderlich, da es sonst mit dem Gyps auf dem Pfannenboden festbrennen würde. Zum Formen von Stöckeln hat man sehr feines Salz nötig. Zu Beginn des Processes, bevor die Soole völlige Siedetemperatur erreicht hat, und gegen Ende beim Abkühlen der Soole scheidet sich Salz von gröberem Korn aus, das zur Stöckelbereitung nicht geeignet ist (Vor- und Nachgangssalz). Es ist zum Teil reiner als das feinkörnige Mittelsalz, wird aber, da es sich zu der im Handel gangbaren Stöckelform nicht zusammenbacken läfst, als Vieh- und Fabriksalz verwendet.

Die genannten drei Sorten von Ischl haben nach *Hauer* und *Horinek* folgende Zusammensetzung:

	Vorgangs-salz	Mittel-salz	Nachgangs-salz
Chlornatrium	92,43	95,85	96,89
Chlormagnesium	0,16	0,16	0,12
Schwefelsaures Natrium	1,99	1,08	0,73
Schwefelsaures Calcium	0,58	1,16	0,14
Wasser	4,84	1,75	2,12

Digitized by Google

Vor- und Nachgangssalz von Ebensee enthielt auf wasserfreies Salz berechnet 97,99 und 98,43 *Pzt.* Chlornatrium.

Stören und Soggen nehmen, je nach der Beschaffenheit der Soole, verschiedene Zeit in Anspruch. 23- bis 24 *pzt.* Soole wird, wenn sie kalt eingelassen ist, in 1 bis $1^1/_2$ Stunden zum Sieden erhitzt und in etwa sechs Stunden gar gestört sein. Das Soggen nimmt bei der Feinsalzbereitung die doppelte bis dreifache Zeit in Anspruch. Die Reinheit des Salzes nimmt im Verlaufe des Soggens in der Regel gegen Ende ab, wie die folgenden Analysen des Salzes von *Moutier* aus verschiedenen Perioden der Siedung, nach *Berthier*, zeigen:

	Anfang	Mitte	Ende
Chlornatrium	94,64	93,59	85,5
Chlormagnesium	—	0,61	2,0
Schwefelsaures Calcium . . .	1,56	—	—
„ Magnesium .	—	0,25	12,5
„ Natrium . . .	3,80	5,55	—

Man muſs deshalb das Soggen bei weniger reinen Soolen vor der vollständigen Abscheidung des Salzes unterbrechen und setzt es nur so lange fort, als das ausgeschlagene Salz von rein weiſser Farbe erscheint. Die letzten von der Mutterlauge mehr oder weniger gelb gefärbten Ausschläge werden als gelbes Salz mit dem Bordsalz besonders gehalten. Gegen Ende des Soggens, wenn die Mutterlauge dichter wird, muſs die Temperatur zur besseren Ausscheidung des Salzes etwas gesteigert werden.

Die Dauer des ununterbrochenen Siedebetriebes schwankt je nach der Konzentration und Reinheit der Soolen und beträgt gewöhnlich eine oder zwei Wochen, kann aber auch 18 Wochen (Friedrichshall) erreichen. Mitunter wird die gewöhnliche Dauer durch Pfannenlecke vor der Zeit unterbrochen und die Pfanne muſs dann ausgeschöpft und ausgebessert werden.

Zu Hauptausbesserungen hat man alle Jahre oder alle zwei Jahre ein gröſseres Kaltlager der Pfannen von vier bis sechs Wochen. Gewöhnlich muſs dann das Feuerstück im Pfannenboden erneuert werden, das sich verzieht und am schnellsten durchbrennt.

In England dauern die Siedeperioden vier bis acht Wochen, jedoch liegen Sonntags die Pfannen kalt, so daſs auf jede sechstägige Periode eine freiwillige Unterbrechung folgt.

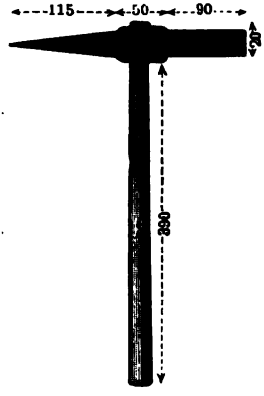
Je nach der Stärke des aufgebrannten Pfannensteins folgt dem Ausschöpfen der Pfanne das Aussteinen oder Steinigen der Pfanne. Über dem Feuerstück wird der Pfannenstein nach jedem Ausschöpfen entfernt, in dem übrigen Teile der Pfanne nach Bedarf von Zeit zu Zeit, jedenfalls aber an den Stellen, wo die Pfannen auf etwaige Lecke untersucht werden müssen. Zugleich mit dem Steinigen der Pfannen räumt man auch die Feuerzüge, den Herd, unter der Pfanne von Flugasche. Man stellt das Feuer schon vor dem Ausschöpfen der

Digitized by Google

Mutterlauge ab, der Pfannenstein trocknet durch die eigene Wärme und die strahlende Wärme des Herdmauerwerkes nach dem Ausschöpfen schnell ab, so dafs mit dem Losbrechen sogleich begonnen werden kann. Um regelmäfsige Werksperioden zu erhalten, macht man das letzte Werk vor dem Ausschöpfen und Aussteinen etwas kleiner, so dafs die Pfanne einige Stunden früher entleert ist. Ausschöpfen und Steinigen werden von den Mannschaften der Siedebelegschaft besorgt und dauern vier bis fünf Stunden. Ist das Werk um 9 Uhr vormittags beendigt gewesen, so kann mit dem Einlassen des neuen ersten Werkes gegen 1 oder 2 Uhr nachmittags wieder begonnen werden.

Der Pfannenstein haftet so fest am Pfannenboden an, dafs er mit eisernen Hämmern (Pfannenhämmmern, s. Fig. 165) von etwa $1^1/_4$ *kg* Gewicht losgeschlagen werden mufs. Die Hämmer haben an der einen Seite eine wenig gehärtete, schwach gewölbte, quadratische Bahn, an der anderen Seite eine Spitze. Mit der flachen Bahn schlägt man auf den Pfannenstein besonders an den Stellen, wo er auf den Nietreihen aufliegt, so dafs er zerspringt. Mit der Spitze schlägt man von der Seite flach unter die einzelnen Stücke, um sie vom Boden abzulösen. Zu vermeiden ist, mit der Spitze auf den Pfannenstein zu schlagen, wobei das Pfannenblech an schwächeren Stellen durchschlagen und gesundes Blech beschädigt werden kann. Das Verfahren, nach dem Ausschöpfen der Mutterlauge noch weiter zu feuern, um durch stärkere Erhitzung des Pfannenbodens den Stein abzusprengen, ist für die Pfanne sehr nachteilig und deshalb zu verwerfen.

Fig. 165.



Der Pfannenstein wird gesammelt, die brauchbaren Stücke werden als Lecksteine ins Magazin geschafft, das übrige wird zur Abfuhr zusammengehäuft.

Da es schwer zu erreichen ist, die Heizgase so zu führen, dafs die Pfannen an allen Stellen gleichmäfsig erwärmt werden, so fällt an verschiedenen Stellen der Pfannen Salz von etwas verschiedenem Korn. Für gewöhnlich genügt ein gutes beständiges Krücken, um das Salz zu gleichmäfsigem Korn zu vermischen. Damit die einzelnen Salzausschläge nicht verschieden ausfallen, wird man durch Temperaturmessungen die gleichmäfsige Erwärmung der Soole kontrolliren.

Grobsalzgewinnung.

Die Gewinnung von Grobsalz beim Versieden wird beeinflufst durch die Zusammensetzung der Soole, den Wärmegrad beim Versieden und durch die Art des Verfahrens.

Digitized by Google

Zur Grobsalzgewinnung eignen sich die natürlichen, Mutterlaugensalze führenden Soolen besser als Steinsalzsoolen. Die westfälischen Salinen befassen sich vorzugsweise mit der Grobsalzgewinnung, indessen hat man auch auf solchen Salinen, die Steinsalzsoolen verarbeiten, in beschränktem Umfange Grobsalzgewinnung eingeführt (z. B. Schönebeck), um den vielseitigen Wünschen der Salzabnehmer gerecht zu werden und ein besonders zum Einpökeln geeignetes Produkt zu liefern. Für diese Verwendung ist das in den Seesalinen aus dem Meerwasser gewonnene Salz trotz geringerer Reinheit besonders beliebt. Da sich die Zusammensetzung der natürlichen Soolen der des Meerwassers mehr nähert als Steinsalzsoolen, so wird man aus natürlichen Soolen ein dem Seesalz sich am meisten näherndes Grobsalz gewinnen können, wenn man unter annähernd gleichen Bedingungen: ruhiges Abdunsten bei mäfsiger Wärme, die Salzerzeugung vornimmt.

Am meisten nähert man sich den Verhältnissen der Seesalzgewinnung bei der Gewinnung des Sonnensalzes.

Auf den Onondaga-Salzwerken setzt man die Sonnengradirung (s. S. 549) bis zur Ausscheidung des Salzes fort, indem man sich terrassenförmig über einander stehender flacher, hölzerner Behälter bedient, in denen die Soole der Sonnenwärme ausgesetzt wird. Ähnlich verfährt man auf den Salinen im Saginawthale (Michigan, s. S. 307). Beim gewöhnlichen Siedereibetriebe läfst man die gar gestörte Soole bei niedriger Temperatur, 50 bis 60° *C.*, ruhig stehen und abdunsten. Unter 50° darf man gewöhnlich die Soole sich nicht abkühlen lassen, da sich das Salz dann durch Eisenrost gelblich färbt. In Schönebeck hat man zur Grobsalzgewinnung für den Stör- und Soggeprocefs besondere Pfannen eingerichtet. In der Störpfanne bleibt die gare Soole bei gedämpftem Feuer noch etwa eine Stunde ruhig stehen, um sich zu klären und wird dann durch eine Holz- oder Blechkandel in die tiefer liegende Soggepfanne (Grobsalzpfanne oder Senkpfanne) eingelassen. Zu diesem Zwecke hat die Störpfanne nahe über dem Boden einen Ausflufsstutzen, der durch einen hölzernen Zapfen geschlossen gehalten wird. Man dampft in der Soggepfanne bei 50 bis 57° *C.* ein, wenn Extragrobsalz, bei 57 bis 64° *C.*, wenn gewöhnliches Grobsalz gewonnen werden soll. Bei Mittelgrobsalzgewinnung hält man die Temperatur auf 64 bis 70° *C.*

Zur Erwärmung der Grobsalzpfannen verwendet man entweder Abhitze der Feuergase, Abdampf der Maschinen (Dampfpfannen) oder Broden der Störpfanne (z. B. wenn geschlossene Rundpfannen für Feinsalzgewinnung vorhanden sind).

Pfannenstein setzt sich in der Soggepfanne nur noch wenig ab, und der Betrieb kann drei bis vier Wochen oder noch länger ohne Unterbrechung fortgesetzt werden. Das Salz wird je nach der Körnung alle 24 Stunden, alle zwei oder drei Tage ausgeschlagen und gare Soole wird dem entsprechend nachgeschlagen. Auf das Quadratmeter

Digitized by Google

Pfannenfläche erzeugt man 8,8 *kg* Extragrobsalz, 15,8 *kg* Grobsalz und 25,3 *kg* Mittelgrobsalz in 24 Stunden.

Während sich bei gewöhnlichem Abdunsten flachtrichterförmiges, schaliges Salz an der Oberfläche bildet, das bei genügender Schwere der Trichter oder beim Überspritzen mit Soole auf den Boden fällt und dann noch kompakter wird, scheidet sich, nachdem gare Soole in die Grobsalzpfanne eingelassen und bis zu der gewünschten Temperatur abgekühlt ist, körnig krystallinisches Salz in festeren, kleinen Würfeln ab (Abkühlungssalz). Bei der Abkühlung von 105 auf 60° *C.* scheiden sich etwa 4,7 *Pzt.* des in der garen Soole in Lösung gehaltenen Salzes ab, das ist bei einer Pfanne von 100 *qm* Fläche und 30 *cbm* Füllung rund 500 *kg*. Die Abkühlung vollzieht sich in etwa acht Stunden. Auf einer 98,5 *qm* grofsen Pfanne in Schönebeck scheiden sich während dieser Zeit 1500 bis 2000 *kg* Salz aus, während bei gleichbleibendem niedrigen Wärmegrade in derselben Zeit nur 250 bis 300 *kg* Salz fallen. Das bei der Abkühlung fallende Salz wird jedoch nur mittelgrob, da es zu schnell und an sehr vielen Abkühlungspunkten zugleich entsteht. Um schaliges, an der Oberfläche entstehendes Salz fester und widerstandsfähiger für den Transport zu machen, bringt man es durch Überspritzen zum Untersinken, damit die Krystallmasse dort durch weiteren Krystallansatz wächst.

Die fremden Beimengungen sind auf die Beschaffenheit des Grobsalzes und dessen Erzeugung von Einfluss. Geht Gypsschlamm in das Grobsalz mit über, so zerbröckelt es leicht. Gypsreiche Soolen werden deshalb besser in besonderer Pfanne gar gestört.

Magnesiumsalze befördern, wenn sie in nicht zu reichlicher Menge vorhanden sind, die Bildung grober Krystalltrichter. Ein übergrofser Chlormagnesiumgehalt verursacht jedoch, dafs sich spiefsförmige, wenig haltbare Krystalle bilden, auch verursacht Chlormagnesium die Bildung von Salzhäuten, die die Verdunstung beeinträchtigen. In Schönebeck hat man die Erfahrung gemacht, dafs sich im Winter die Grobsalzerzeugung leichter vollzieht als im Sommer.

In England (Northwicher Amalgamated Works) hat man Pfannen von 20,4 *m* Länge und 7,6 *m* Breite (155 *qm* Fläche), die man durch eine Zwischenwand in zwei Teile teilen kann. Etwa 12 *m* von der Feuerseite entfernt sind Winkeleisen am Pfannenbord angenietet, zwischen die die Scheidewand lose eingesetzt wird, ohne dafs sie am Boden abgedichtet wird. Während gewöhnlich in der Pfanne Common Salt erzeugt wird, bereitet man bei eingesetzter Scheidewand in dem hinteren kühleren Teile (*back pan*) Fishery Salt I. Qualität, im vorderen Teile (*fire pan*) weniger grobes Fishery Salt II. Qualität. Es fallen in der Woche 15 bis 20 *t* I. Qualität und 30 *t* II. Qualität. Beim Betriebe auf Common Salt fallen in der ganzen Pfanne 50 bis 55 *t* Salz.

In Dürrenberg erzeugt man aus gradirter Quellsoole, die durch Steinsalz ($^1/_5$ bis $^1/_4$ des ganzen Salzgehaltes) bis zur Siedewürdigkeit

Digitized by Google

angereichert ist, in zwei kleineren Pfannen von je 79 *qm* Fläche mit 43 *cm* hohen Borden, die je durch eine besondere doppelte Treppenrostfeuerung geheizt werden, Grobsalz in sehr grofsen Krystallen von vorzüglicher Qualität. Die einzelnen Werke dauern acht bis zwölf Tage, je nachdem trockenes oder feuchtes Wetter ist. Stör- und Soggeprocefs vollziehen sich hinter einander in derselben Pfanne. Die Pfanne wird bis zu 5 *cm* vom oberen Rande mit 23- bis 24 *pct.* Soole gefüllt und diese in sechs bis acht Stunden gar gestört, dann wird nochmals Soole nachgeschlagen und gar gestört, so dafs die Pfanne auf etwa 35 *cm* mit garer Soole gefüllt ist, also rund 28 *cbm* Soole mit 10000 *kg* (200 *Ctr.*) Rohsalz enthält. Vor dem Ausziehen des Krücksalzes, nachdem Schlamm gezogen worden ist, wird auf die Soole $^1/_4$ *kg* fein pulverisirtes Schiffspech geworfen, wodurch die nachfolgende Krystallbildung erfahrungsgemäfs sehr begünstigt wird. Das Pulver mufs, möglichst fein verteilt, gleichmäfsig über den Soolspiegel geworfen werden, da es sich sonst zusammenballt oder sich an den Pfannenborden festsetzt. Die Soole sieht dann wie mit einer feinen Ölschicht überzogen aus. Danach wird das Feuer gedämpft und das Krücksalz ausgezogen. Die Soole mufs sich nun zunächst abkühlen bis auf eine Temperatur von 50° *C.* Man läfst nach Möglichkeit unter Öffnen von Thür und Fenstern kühle, frische Luft zuströmen und stellt die Feuer durch Schieber überm Roste und Einlassen der Essenschieber ab. Im Winter ist die Soole in etwa vier Stunden, im Sommer oft erst nach acht Stunden oder länger genügend abgekühlt. Das dabei ausfallende Abkühlungssalz, ein Gemisch von feinerem und gröberem Salz, wird sogleich ausgekrückt und zu Viehsalz verwendet. Erst wenn sich dann die Soole beruhigt hat, beginnt der Krystallisationsprocefs, wobei jeder störende Luftzug, der durch offene Fenster oder Thüren hervorgerufen werden kann, vermieden werden mufs. Um jedoch genügende Mengen Verdunstungsluft über den Soolspiegel strömen zu lassen, stellt man nicht, wie sonst wohl geschieht, abschliefsende Deckladen auf den Pfannenbord gegen den Pfannenmantel, sondern läfst diesen Raum offen. Nach vier oder fünf Tagen wird einmal Salz gekrückt und auf den Pfannenmantel ausgeschlagen. Damit die herabtropfende Soole die nachfolgende Krystallisation in der Pfanne nicht stört, werden hölzerne Tropfrinnen in die Pfanne gestellt, die die Tröpfelsoole auffangen und an einer Stelle der Pfanne so wieder einlaufen lassen, dafs keine Bewegung des Soolspiegels entsteht. Erst wenn die Soole annähernd völlig eingedampft ist, am 8. bis 12. Tage, wird der zweite Teil des Salzes gezogen und ausgeschlagen. Das Salz bleibt mindestens 24 Stunden zum Abtropfen auf dem Pfannenmantel liegen und wird dann mit dem ersten Ausschlage zusammen auf der Trockenpfanne ausgebreitet, wo es mindestens 24 Stunden trocknet und dann mit 3 bis $3^1/_2$ *Pct.* Feuchtigkeit als versandfähiges Produkt in die Magazine geschafft wird.

Digitized by Google

Mit der Grobsalzbereitung beginnt man immer erst beim dritten Werke, da sich die Pfanne dann mit einem Pfannensteinbelag überzogen hat und das Salz davor schützt, bei langer Berührung mit dem Boden grau und unansehnlich zu werden. Aufserdem wird die Wärmeübertragung dadurch gemildert und die Mutterlaugensalze sind mehr als in frischer Soole angereichert, so dafs die Krystallbildung begünstigt ist.

Da man mäfsiger zu feuern hat, so sind die Essen für die Heizgase wesentlich niedriger als bei Feinsalzpfannen.

Ob die Gewinnung eines reichlich groben Salzes gelingt, hängt wesentlich von der Zusammensetzung der Soole ab, die dazu um so weniger geeignet ist, je mehr Steinsalz aufgelöst wird, was im Winter bei stillstehender Gradirung in höherem Mafse nötig ist, als im Sommer und Herbst.

Da die Grobsalzbereitung immerhin kostspieliger ist als Feinsalzbereitung, mehr Brennmaterial und auch mehr Lohn für die Beaufsichtigung des Soggeganges erfordert, so hat man in den letzten Jahren auf Grobsalzerzeugung verzichtet.

Aus einer Pfannenfüllung werden 5000 bis 6000 *kg* Grobsalz gewonnen, der übrige Teil von 4000 bis 5000 *kg* Rohsalz, der in der Soole enthalten war, entfällt auf Schlamm, Krücksalz, Pfannenstein und das zunächst gezogene Abkühlungssalz.

Trocknung des Salzes.

Man trocknet das Salz entweder durch längeres Lagern in Magazinen an freier Luft oder unter Anwendung von Wärme und dadurch beschleunigtes Verdunsten des Wassers oder durch mechanische Trennung der Flüssigkeit vom festen Salze.

Bei der Lufttrocknung in den verschiedensten Ausführungen, wobei ein Verdunsten oder Verdampfen des im Salze enthaltenen Wassers bezweckt wird, kommt Menge und Wärme der Luft, deren Aufnahmefähigkeit für Wasser und die Wärme des Trockengutes in Frage.

Um 1 *kg* Wasser von 0° in Dampf von 100° zu verwandeln, sind 637 Wärmeeinheiten erforderlich, wovon 100 *W.-E.* zur Erwärmung des Wassers auf 100° verbraucht werden und 537 *W.-E.* auf die Überführung in Dampf entfallen. Nicht viel weniger Wärme ist erforderlich, wenn die Trocknung bei einer unter 100° liegenden Temperatur vollzogen wird.

Die Wasserverdampfung bei

0°	erfordert	606	*W.-E.*,
15°	„	611	„
50°	„	621	„

Die Trocknung des Salzes vollzieht sich nun beim Lagern an freier Luft oder in mäfsig erwärmten Trockenkammern ausschliefslich durch Verdunstung des Wassers bei einer unter 109° liegenden Temperatur,

Digitized by Google

auf stärker erhitzten Trockenherden teils durch Verdampfung bei mehr als 109° Wärme, teils durch Verdunstung bei weniger als 109°, in stark erhitzten Trockenkammern, Trockenkanälen und Trockenapparaten gröfstenteils durch Verdampfung des Wassers bei mehr als 109° (Siedepunkt gesättigter Soole).

Wo Verdampfung des Wassers bei mehr als 100° Wärme stattfindet, vollzieht sich die Trocknung auch ohne Erneuerung der Luft. Die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf wirkt aber auch dann aufserordentlich befördernd auf den Trocknungsprocefs. Bei einer Trocknung unter 109° kommt es ausschliefslich auf die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasser an.

Auch ohne künstliche Regelung der Luftzufuhr vollzieht sich der Luftwechsel in den Trockenräumen meist von selbst. Bei der Erwärmung der Räume steigt die mit Feuchtigkeit gesättigte warme Luft nach oben, entweicht durch die Fugen und Öffnungen und zieht neue, frische Luft zum Trockengut. Kann die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft nicht genügend entweichen, so wird sich Wasser an den kühleren Teilen des Raumes niederschlagen, die Luft wird an den kühleren Wänden nach unten fallen, von neuem zum Trockengut gelangen und durch neue Erwärmung im stande sein, wieder Wasser aufzunehmen. Das Wasser wird dann in dem Raume selbst niedergeschlagen und man hat nur dafür zu sorgen, dafs es abgeführt wird und nicht wieder auf das Trockengut fällt. Auf diese Weise wird die Trocknung nur sehr langsam fortschreiten, ganz anders, wenn frische, aufnahmefähige Luft beständig zuströmt. Das Öffnen der Fenster in den Trockenräumen ist deshalb zu empfehlen, wenn nicht zu befürchten ist, dafs der Wind Staub von draufsen in den Trockenraum führt, wodurch das Salz beschmutzt werden könnte. Jedenfalls ist es vorteilhaft, genügenden Abzug für die mit Wasser gesättigte Trockenluft zu schaffen, um dadurch das Nachströmen frischer Luft zu fördern.

Bei gleichem Druck vermag Luft um so viel mehr Feuchtigkeit aufzunehmen, je höher sie erwärmt wird. Nach einer Zusammenstellung von *H. Rietschel* [1]) nimmt bei mittlerem Barometerstande von 760 *mm* Quecksilbersäule 1 *cbm* Luft folgende Mengen Wasser bis zur Sättigung auf

bei	0°	4,87 *g*,	bei	60°	120,2 *g*,
„	10°	9,37 „	„	70°	196,6 „
„	20°	17,1 „	„	80°	290,7 „
„	30°	30,1 „	„	90°	418,4 „
„	40°	50,7 „	„	100°	589,5 „
„	50°	82,4 „			

[1]) Lüftungs- und Heizungsanlagen. *Pfeifer*, Die physikalischen Grundlagen und die technische Ausbildung moderner Trockenanlagen. Vortrag im Berliner Bezirksverein Deutscher Ingenieure. *Mitteil. a. d. Praxis d. Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes* 1898, **21**, 73.

Digitized by Google

Da atmosphärische Luft immer bereits Feuchtigkeit enthält, so ist die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasser entsprechend geringer, als in der Tabelle angegeben ist. Der durch das Hygrometer oder Psychrometer zu bestimmende relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft giebt das Verhältnis der in der Luft enthaltenen Wassermenge zu der gröfsten Wassermenge, die aufgenommen werden kann, an. Enthält Luft von 15° *C.* 8,8 *g* Wasserdampf im Kubikmeter und vermag 12,8 *g* aufzunehmen, so ist der relative Feuchtigkeitsgehalt $\frac{8,8}{12,8} = 0,69$ oder 69 *Pzt*. Derartige Luft wird bei 9° beginnen Feuchtigkeit niederzuschlagen, da Luft von 9° nur 8,8 *g* Wasser aufnehmen kann. Diese Niederschlagstemperatur ist der Taupunkt der Luft.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist im Sommer durchschnittlich 66 *Pzt.*, im Winter 87 *Pzt.* Nur 13 bis 34 *Pzt.* der in der Tabelle angegebenen Wassermenge wird also die Luft bei gleichbleibender Temperatur aufnehmen können. Die Trocknung vollzieht sich deshalb in gewöhnlichen Trockenräumen im Sommer weit besser als im Winter, das Trockengut bleibt in den Lagerräumen im Sommer besser trocken als im Winter oder trocknet im Sommer in den Lagerräumen besser nach. Weit mehr Wasser kann die atmosphärische Luft aufnehmen, wenn sie erwärmt wird. Jedoch wird sie nicht so viel aufnehmen, als dem Unterschiede zwischen dem Anfangsgehalt und dem höchsten Wassergehalt entspricht, da sie bei der Aufnahme des Wassers die zum Verdampfen des Wassers erforderliche Wärme abzugeben hat, soweit diese nicht durch Erwärmung der Trockenmasse zugeführt wird.

1 *cbm* trockne Luft wiegt 1,22 *kg*, ihre spezifische Wärme ist 0,237. 1 *cbm* Luft von 15° *C.* giebt bei einer Verminderung der Temperatur um 1° $0,237 \times 1,22 = 0,289$ *W.-E.* ab. Damit können $\frac{0,289 \times 1000}{611 - 15} = 0,484$ *g* Wasser verdunstet werden. Enthält die Luft bei 15° 69 *Pzt.* Feuchtigkeit, also $0,69 \times 12,8 = 8,83$ *g* Wasserdampf und kühlt sie sich bei der Berührung mit den feuchten Oberflächen des Trockengutes um 3° ab, so hat sie $3 \times 0,484 = 1,45$ *g* Wasser zum Verdunsten gebracht und enthält bei dessen Aufnahme $8,83 + 1,45 = 10,28$ *g* Wasser, ist also nahezu gesättigt, da sie bei 12° überhaupt nur 10,6 *g* aufzunehmen vermag. Es sind dann, um 1 *kg* Wasser zu verdampfen, $\frac{1000}{1,45} = 670$ *cbm* Luft von 15° mit 69 *Pzt.* relativer Feuchtigkeit erforderlich. Die Luft nimmt um so schwerer Wasserdampf auf, je näher sie dem Sättigungsgrade oder Taupunkte ist. Sie mufs dann, um sich zu sättigen, entsprechend länger mit dem Trockengute in Berührung bleiben. Bei gewöhnlichen Verhältnissen wird sie ungesättigt bleiben und man kann statt obiger 670 *cbm* einen Luftbedarf von 1000 *cbm* annehmen. Diese 1000 *cbm* Luft haben ein Gewicht von 1240 *kg*.

Digitized by Google

Bei der künstlichen Trocknung sucht man der Trocknungsluft hohe Anfangs- und Endtemperaturen zu geben, damit sie möglichst aufnahmefähig ist. Höher als bis zu 200 bis 300° wird man die Anfangstemperatur der Trocknungsluft, besonders wenn Eisenteile berührt werden, bei der Salztrocknung nicht steigern. Zieht die Luft dann mit 50° ab, so kann sie völlig gesättigt sein. Luft von mehr als 80° wird man nicht gesättigt aus der Trocknungsanlage abführen können, wenn nicht sonst noch künstlich Wärme dem Trockengute zugeführt wird. Geht die Luft ohne dies mit höherer Temperatur ab, so ist sie sicherlich nicht gesättigt.

Nach den von *Pfeifer*[1]) mitgeteilten Berechnungen würden auf 1 *kg* Steinkohlen von 7200 *W.-E.* theoretisch je nach den Temperaturen 7,5 bis 11 *kg* Wasser verdunsten können. Je höher die Temperatur gesteigert wird, desto günstiger wird die Verdunstung, desto geringer der Kraftverbrauch für die zu bewegende Trockenluft. Für die Salztrocknung sind in den Abzugsgasen der Siedefeuer meist grofse Wärmemengen verfügbar. Man kann sich deshalb vorteilhaft genug mit geringer Temperatur der Trocknungsluft begnügen. Ist jedoch eine besondere Heizungseinrichtung erforderlich, so bleibt es vorteilhaft, die Luft möglichst hoch zu erwärmen und so lange und innig mit dem Trockengute in Berührung zu bringen, dafs sie fast gesättigt aus dem Trockenraume entweicht.

Werden, wie bei den österreichischen Dörrpfieseln, die Heizgase unmittelbar als Trocknungsluft verwendet, so ist bei der Berechnung der Aufnahmefähigkeit der Luft für Feuchtigkeit das im Brennstoff enthaltene Wasser und das sich bei der Verbrennung bildende Wasser mit in Rechnung zu ziehen.

Will man sehr wirtschaftlich verfahren, so wird man die Gegenstromanordnung treffen und die frisch zutretende Luft mit dem am meisten abgetrockneten Trockengute zuerst in Berührung bringen und dann dem frischen, feuchten Trockengute entgegenführen, an dem sie sich völlig sättigen kann. In dieser Weise verfährt man z. B. bei Kanaldörren in Galizien und im Salzkammergute, bei der Tüchertrocknung (Inowrazlaw) und bei der Trommeltrocknung (Schönebeck). Bei letzteren wird noch durch feine Verteilung oder fortgesetzte Bewegung des Salzes eine innige und vielfache Berührung der Trockenluft mit dem Trockengute herbeigeführt. Bei der Trocknung auf einfachen Planherden wird nur durch mehrmaliges Wenden des Salzes der Trocknungsluft Gelegenheit gegeben, wiederholt mit den feuchteren Teilen des Salzes in Berührung zu kommen.

Man wird hiernach zu unterscheiden haben:

1. Trocknung ohne künstliche Zuführung von Trocknungsluft:

a) ohne besondere Erwärmung des Trockengutes, dazu gehört

[1]) a. a. O. (S. 651).

Digitized by Google

Trocknung durch Aufstapelung des Salzes in den Lagerräumen,

b) mit besonderer Erwärmung des Trockengutes, dazu gehört die Trocknung auf Trockenherden in erwärmten Trockenkammern und die Tellertrocknung.

2. Trocknung mit künstlicher Zuführung von Trocknungsluft:

a) ohne besondere Erwärmung des Trockengutes, z. B. auf sich bewegenden Tüchern wie in Inowrazlaw,

b) mit besonderer Erwärmung des Trockengutes, z. B. Trocknung in Dörrkammern, Kanaldörren und die Trommeltrocknung (Schönebeck).

Bei 2. würde man auch zu unterscheiden haben zwischen der Verwendung ungewärmter und erwärmter Trocknungsluft.

Um bei der künstlichen Trocknung sparsam zu verfahren, wird man auf folgendes zu achten haben. Man verwendet Trocknungsluft mit möglichst wenig Wassergehalt und möglichst hoher Wasseraufnahmefähigkeit, also mit möglichst hoher Anfangstemperatur. Ferner führt man die Luft im Gegenstrom zuerst über das am längsten der Trocknung ausgesetzt gewesene Trockengut und zuletzt über das frisch eingesetzte feuchteste Trockengut. Man bringt die Luft in möglichste Berührung mit dem Trockengute, rührt also entweder das Trockengut in der Trocknungsluft beständig um, oder läfst die Luft hin und her über das Trockengut streichen. Man erwärmt auch noch das Trockengut besonders, damit die Trocknungsluft mit möglichst hoher Endtemperatur und viel Wassergehalt den Trockenraum verläfst, wobei man zweckmäfsig die Wärme der abziehenden Trocknungsluft ausnutzt, die dann jedoch nicht mit dem frischen zu erwärmenden Trockengute in Berührung kommen darf, weil sich sonst Feuchtigkeit aus der bereits verwendeten Luft auf das frische Trockengut niederschlägt.

Unter Umständen wird man auch die Trocknungsluft wiederholt verwenden können, indem man sie immer von neuem wieder an den Heizungskörpern auf die ursprüngliche hohe Anfangstemperatur bringt und sie zur Aufnahme neuer Wassermengen befähigt. Bei derartiger wiederholter Durchführung wird sich die Luft vollkommener sättigen, als bei einmaliger Durchleitung. Man wird dann immer nur einen kleinen Teil ableiten und durch frische Luft ersetzen und auf diese Weise an Wärmeaufwand sparen. Wo man heifse Trockenluft genügend zur Verfügung hat, wird man von derartiger Sparsamkeit absehen und die Trocknung schneller vollziehen können. Beim Salztrocknen hat man meist die bedeutende Menge der abziehenden heifsen Feuerungsgase zur Verfügung, die entweder unmittelbar mit dem Trockengute in Berührung gebracht wird (z. B. in Österreich) oder zum Erwärmen des Trockengutes und der Trocknungsluft dient.

Ein Trocknen durch Lagern an freier Luft wird nur bei grobkörnigem Salz (z. B. auf westfälischen Salinen) angewendet. Das

Digitized by Google

Salz wird nach längerem sorgfältigem Abtropfen auf Ableckbühnen, oder auch nur am Pfannenbord, sogleich in die Magazine gebracht, wo es vor der Versendung mehrere Monate lagert.

Der Feuchtigkeitsgehalt geht dabei kaum und nur bei günstigem trockenen Wetter im Sommer unter 4 *Pzt.* herunter. In England bringt man das Salz oft sogleich aus den Pfannen in die Schiffe und überläfst es der Sonnenglut, die Trocknung während des Transportes zu vollziehen. Fein krystallinisches Salz läfst die Mutterlauge nicht so gut ablaufen wie grobes Salz, hält sie in den Poren fest und behält meist auch nach 24stündigem Abtropfen noch 10 bis 12 *Pzt.* Feuchtigkeit, Buttersalz auch noch mehr. Die Feuchtigkeit wird dabei zumeist durch die Kapillarwirkung des feinen Salzes zurückgehalten, ein kleiner Teil ist als Krystallwasser der Nebensalze, besonders Chlormagnesium und schwefelsaures Natrium, gebunden und kann nur durch gröfsere Wärme entfernt werden. Je nach dem Gehalte an diesen Salzen wird sich die Trockenhaltung des Salzes ändern.

Bei den gewöhnlichen Trocknungsmethoden wendet man in der Regel die Abhitze der Feuergase, seltener den Abdampf der Pfannen oder auch Maschinendampf an. Man hat dabei entweder flache Pfannen, unter denen Heizzüge herlaufen und auf denen das Salz ausgebreitet wird, oder Trockenkammern, die durch Heizröhren, in denen die Abzugsgase cirkuliren, erwärmt werden. Darin wird das Salz auf Horden, die in Gestellen über einander geschichtet stehen, ausgebreitet, oder auf Tüchern ohne Ende langsam hindurchgeführt, auch wohl in aufgestellten Weidenkörben getrocknet. Die Dörrkammern für Formsalz werden von den Abzugsgasen unmittelbar bestrichen, auch wohl noch durch besondere Feuerungen mit Heizgasen geheizt.

Das aus den Pfannen ausgeschlagene Salz enthält infolge Anhaftens der Soole noch 20 bis 25 *Pzt.* Feuchtigkeit, feineres Salz mehr, gröberes Salz weniger. Als verkaufsfähige Waare darf feines Salz nicht mehr als $2^1/_2$ bis 3 *Pzt.*, grobes Salz nicht mehr als $3^1/_2$ bis 4 *Pzt.* Wasser enthalten.

In der Regel läfst man einen Teil der Flüssigkeit zunächst abtropfen, bevor man das Salz trocknet.

Das auf einzelnen österreichischen Salinen zu Stöckeln, Füderln geformte und dann gedörrte Salz bringt man sogleich aus den Pfannen nafs in die Formen. Zu diesem Zwecke hat man an den Pfannen an der Seite, wo das Salz ausgeschlagen (ausgebärt) wird, schräg stehende Borde angebracht, unter denen die konischen Formen aufgestellt sind. Der Arbeiter zieht mit der Krücke das Salz an den Schrägbord, hält über der Soole mit dem Anziehen der Krücke etwas inne, damit überflüssige Soole aus dem Salze ablaufen kann, und zieht dann das Salz mit der Krücke sogleich über den Bord in die Form, in der es festgestampft wird.

Bei dem in England hergestellten Stoved- oder Lumpsalz

Digitized by Google

schlägt man das Salz in Holzkübel, die auf Hängebühnen in der Pfanne stehen. Diese Kübel (*tubs* oder *boxes*) sind aus Ulmenholz gefertigt und haben einen durchlöcherten Boden. Nachdem sie gefüllt worden sind, bleiben sie mehrere Stunden in der Pfanne stehen, wobei die meiste Soole abtropft. Der durchlöcherte Boden läfst den Broden durch das Salz hindurchziehen, wodurch es von den leicht löslichen Salzen gereinigt wird. Die Tubs kommen dann noch auf eine neben der Pfanne angebrachte Traufbühne (*hurdle*), wo die anhängende Soole weiter und möglichst völlig abtropft. Dann werden die Kübel umgestülpt und die Salzkuchen (*lumps*) zum Trocknen in die Trockenhäuser gebracht. Sie stehen hier zunächst drei bis vier Tage in Gruben (*ditches*), die von den Seiten durch Heizgase gewärmt werden, dann kommen sie auf die eisernen Deckplatten der Heizzüge (*flues*) zu liegen und werden nach weiteren drei bis vier Tagen mit einem Feuchtigkeitsgehalte von höchstens 3 *Pzt.* in die Magazine gebracht. Nur ein Teil der Lumps, von denen 8, 12 oder 15 Stück 100 *kg* wiegen, wird in dieser Form abgesetzt. Ein anderer Teil wird auf Walzwerken zerkleinert und in Säcke verpackt.

Für gewöhnlich läfst man das Salz 24 Stunden oder je nach der Dauer der Werke länger auf Ableck- oder Tropfbühnen, auch Traufbühnen, in Süddeutschland Traufkasten, ablecken, so dafs es noch mit einem Feuchtigkeitsgehalte von 10, 11 oder 12 *Pts.* in die Trockenräume oder auf die Trockenherde gelangt. Als Abtropfbühnen dienen meist, insbesondere in Norddeutschland, die hölzernen Pfannenmäntel, mit denen die Pfannen bedeckt sind. Zu diesem Zwecke gab man den Pfannen früher mitunter einen doppelten Bretterbelag und brachte über den Deckladen besondere Laden an, die das auf den Pfannenmantel aufgehäufte Salz vor dem Herabstürzen schützten. Bei spitzen Pfannenmänteln bringt man besondere, durch Holzscheidewände getrennte Fächer an und statt der beweglichen Schutzladen wendet man Vorsatzbretter an, die an den vorderen Säulen der Scheidewände durch Wirbel gehalten werden. Bei den in späteren Jahren (z. B. in Schönebeck und Dürrenberg) eingeführten flachen Pfannenmänteln fallen alle Holzschutzbretter und Scheidewände weg und das Salz wird in freien Haufen auf den Bohlenbelag des Pfannenmantels aufgehäuft, wobei der Arbeiter nach kurzer Übung die Salzhaufen mit fast senkrechter Vorderwand bis zu $1^1/_2\,m$ hoch aufwirft. Durch Wasserverdunstung bildet sich an der freistehenden Wand des Salzhaufens eine feste Salzkruste, die dem Haufen Halt giebt und eine weitere Verdunstung verhindert. Die Erfahrung hat gezeigt, dafs das in freien Haufen auf den Abtropfbühnen lagernde Salz nicht so reichlich seine Feuchtigkeit verliert, wie das bei den älteren spitzen Pfannenmänteln zwischen Holzscheidewänden und hinter Vorsatzbrettern abtropfende Salz und mit etwa 2 *Pzt.* höherem Feuchtigkeitsgehalt in die Trockenräume gelangt. Mitwirkend dabei ist, dafs das etwa 24 Stunden auf den Pfannenmänteln liegende Salz an den

Digitized by Google

zwischenliegenden freien Stellen mit frisch ausgeschlagenem Salze des neuen Werkes in Berührung kommt und Gelegenheit hat, Feuchtigkeit aufzunehmen, was durch hölzerne Scheidewände verhütet werden kann.

Damit die Soole von den Pfannenverdecken gut abfliefsen kann, versieht man die Bohlen des Verdeckes am unteren Ende mit Schlitzen, durch die die Soole durchtropft.

Das auf den Pfannenmänteln lagernde Salz bildet einen Wärmeschutz und verhütet, dafs kalte Luft durch die Fugen des Pfannenmantels dringt und den aufsteigenden Broden abkühlt und zur Kondensation bringt. Die abtropfende Soole gelangt sogleich wieder in die Pfanne zurück, so dafs von dem Werke nichts verloren geht. Beim Auswerfen des Salzes stellt der Arbeiter eine kleine hölzerne Auswerfebank an den Pfannenbord, die gegen die Pfanne geneigt steht, denn er mufs die Auswerfeschaufel, wenn er das aus der Pfanne genommene Salz mit dem erforderlichen Schwung in hohen Haufen auf den Pfannenmantel werfen will, aufserhalb der Pfanne halten. Die von der Schaufel abtropfende Soole fällt dann auf die untergestellte Bank und fliefst in die Pfanne zurück.

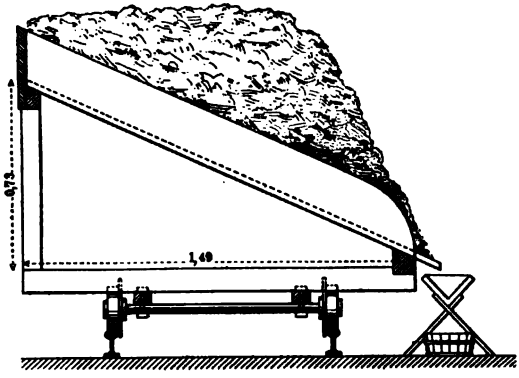
Während nun bei der Feinsalzbereitung das Zurücklaufen der Soole von dem abtropfenden Salze auf den Pfannenmänteln nicht nachteilig ist, wirkt es bei der Grobsalzbereitung störend, indem die herabfallenden Tropfen die Ausbildung der Krystalle an der Oberfläche der Soole hindern. Für diesen Fall ist es zweckmäfsig, besondere Tropfbühnen neben die Pfannen zu stellen. Zwischen Pfanne und Tropfbühne mufs genügender Raum für die Arbeiten an der Pfanne, das Ankrücken des Salzes, bleiben. In dieser Beziehung sind die seitwärts stehenden Tropfbühnen hinderlich. Sie müssen dann so angebracht sein, dafs man die Krückstangen beim Ankrücken des Salzes unter den Bühnen zurückziehen kann. Gewöhnlich erhalten die Siedehäuser von den beiden Längsseiten her das Licht, so dafs durch das Aufhäufen von Salz auf seitlichen Bühnen der Raum verdunkelt wird. Die abtropfende Soole fliefst in Rinnen, entweder der Pfanne zu, oder wird, wie auf österreichischen Salinen, in den Labstuben gesammelt und dann in die Pfannen zurückgepumpt.

Auf einzelnen Salinen hat man fahrbare Trauf- oder Tropfbühnen eingerichtet, die auf Schienengleisen neben den Pfannenbord gefahren werden und das ausgeschlagene Salz aufnehmen. Das vierrädrige Wagengestell (Fig. 166, a. f. S.) trägt einen grofsen an einer Seite offenen Kasten, dessen Boden nach der offenen Seite zu geneigt ist. Die gefüllten Bühnen werden an eine Stelle neben der Pfanne gefahren, wo sie nicht im Wege stehen. Die Soole tropft in untergestellte Rinnen ab und sammelt sich in Holzkübeln, die später wieder in die Pfanne entleert werden. Nach 24 Stunden fährt man die Tropfbühnen in die Trockenräume und bringt das Salz auf die

Digitized by Google

Trockenpfannen (Sooden a. d. Werra, Halle). In Dürrenberg hat man die fahrbaren Traufbühnen wieder abgeworfen, da sich durch das Arbeiten mit den Salzschaufeln Holzsplitter ablösten, die sich dem Salze beimengten, die Fortbewegung der schwerfälligen Bühnen sehr schwierig war und oft von zwei Arbeitern allein nicht bewirkt werden konnte, aufserdem aber bei dem Hin- und Herfahren abtropfende Soole den Siederaum verunreinigte, auch mehr Salz und Soole als beim Ausschlagen auf die Pfannenmäntel verloren ging. Dergleichen Bühnen sind z. B. 1,88 *m* lang, 1,49 *m* breit und haben 25° Neigung.

Fig. 166.



Das Ausschlagen des Salzes auf die Pfannenmäntel führt zu gröfserer Raumersparnis, als bei der Verwendung besonderer Traufbühnen, die Räume lassen sich reinlicher und trockener halten, jedoch müssen die Pfannenmäntel sehr stark gebaut werden und erfordern zum Tragen der Salzmassen von 400 *Ctr.* und mehr die Anbringung starker Sprengwerke, an denen sie aufgehängt werden.

Seitliche Abtropfbühnen erleichtern das Ausschlagen des Salzes, auch kann man sie, wie zuweilen geschieht, durch Heizkanäle erwärmen und das Salz dort bereits vortrocknen.

Zuweilen schlägt man das Salz in Körbe aus Weidengeflecht oder Rohr (westfälische Salinen), gewöhnlich von spitzer Form, $^1/_2$ *Ctr.* fassend, oder in Holzspankörbe, die zum Abtröpfeln der Mutterlauge auf der Manteldecke oder auf Brettern, die durch Pfannenbäume getragen werden, über der Pfanne (Fig. 167) oder auch neben der Pfanne aufgestellt werden, in letzterem Falle wird die Soole durch Rinnen aufgefangen und der Pfanne wieder zugeführt. Nach dem Abtropfen werden die Körbe in die Trockenräume gebracht. In Holzspankörben tropft die Soole besser ab, als in Körben aus Weidengeflecht oder aus Rohr, Spankörbe lassen aber mehr Salz fallen. Rohrkörbe (z. B. in Salzkotten) sind am teuersten, sind aber dauerhafter als Span- oder Weidenkörbe (z. B. in Königsborn, Werl). In Westernkotten wendet man zu gleichem Zwecke Kübel aus Tannenholz an. Für einen grofsen

Fig. 167.

Digitized by Google

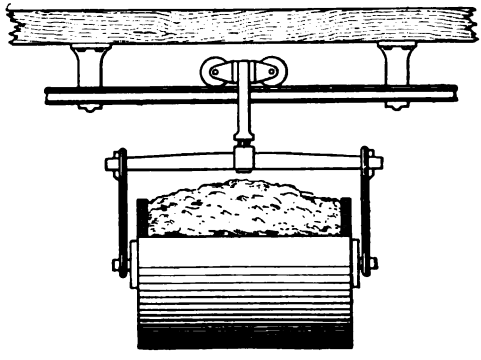
flotten Betrieb ist dieses Verfahren unzweckmäfsig, erfordert viel Arbeit und führt zu starkem Verschleifs der Körbe.

Wo man sich mit dem Abtropfen des Salzes für die Magazinirung begnügt, erwärmt man wohl zum Nachtrocknen die Magazine, z. B. in Rothenfelde, Werl, Amerika. Bei Feinsalz ist jedoch in der Regel eine schärfere Trocknung erforderlich.

a) Planpfannen- oder Herdtrocknung. Das Trocknen des Salzes geschieht meist auf Trockenpfannen, die entweder zu ebener Erde, hinter oder neben den Siedepfannen, oder etwas erhöht neben den Siedepfannen liegen. Meist liegen sie zu ebener Erde über den Heizkanälen, durch die die Heizgase der Pfannenfeuerung hinziehen. Man bedeckt die Heizkanäle mit gufseisernen Platten. Diese ruhen auf Unterlagsschienen, die mit Stegen versehen sind und die Fugen zwischen den Platten gut abdichten. Auf süddeutschen Salinen verwendet man meist Schmiedeeisenblech, das zusammengenietet ist und auf Unterlagsschienen aufruht. Die Platten erhalten einen Leinölanstrich, Gufseisenplatten gewöhnlich einen Salzschlammbelag, der auf den Platten festbrennt und das Salz vor Rost schützt.

Man schafft das Salz von den Tropfbühnen in kleinen, 3 bis 5 *Ctr.* fassenden Salzwagen, die auf Schienengleisen laufen, oder in Hängebahnwagen (Fig. 168) (Schönebeck, Dürrenberg) auf die Trockenpfannen und breitet das Salz dort in einer 10 bis 20 *cm* starken Schicht aus. Zu unterst bringt man von dem vorher getrockneten Werke eine dünne Decke trockenes Salz, damit das frisch auf die warme Pfanne aufgebrachte feuchte Salz nicht auf dem Belag anbackt. Um das Salz von den Pfannenmänteln in die Salzwagen zu bringen, stellt man zwischen Pfannenmantel und Wagen einen Salztisch auf, der eine Brücke bildet und ermöglicht, dafs der Arbeiter, auf dem Tische stehend, das Salz mit einer Krücke vom Mantel in den Wagen ziehen kann. Wo Hängebahnen eingerichtet sind, laufen die Salzwagen hinter den Salzhaufen über die Pfannenmäntel. Die Arbeiter stehen dann auf Laufbohlen auf dem Pfannenmantel und werfen das Salz mit Salzschaufeln in die Wagen. Die Wagen der Hängebahn sind so gebaut, dafs sie um eine horizontale Achse drehbar, jedoch durch einen Hebel festgestellt sind. Sind sie mit Salz gefüllt, so haben sie das Übergewicht und können über der Trockenpfanne leicht durch

Fig. 168.



Digitized by Google

Anziehen des Hebels, wodurch die Arretirung ausgerückt wird, ausgestürzt werden. Sie drehen sich nach der Entleerung von selbst in die richtige Lage zurück, worauf der Arretirungsstift wieder eingeschoben wird.

Diese Transportarbeit ist vereinfacht, wenn das Salz auf fahrbaren Traufbühnen lagert, die neben die Trockenpfannen gefahren werden können. Am einfachsten ist die Arbeit, wo die Trockenpfannen gleich neben den Siedepfannen liegen. Das Salz wird dann mit der Salzschaufel vom Mantel auf die Trockenpfanne geworfen. Ein untergelegter Holzladen dient als Brücke und verhütet, dafs Salz neben die Pfanne fällt.

Auf galizischen Salinen hat man an der Ausbärseite in gleicher Höhe mit der Pfanne eine Arbeitsbühne mit drei um eine horizontale Achse drehbare Ausbärwagen. Durch eine Drehung kann das auf die Ausbärwagen gekrückte Salz von diesen leicht in die dahinter und tiefer liegenden Salzvorrats- und Abtropfkasten geschafft werden.

Fig. 169.

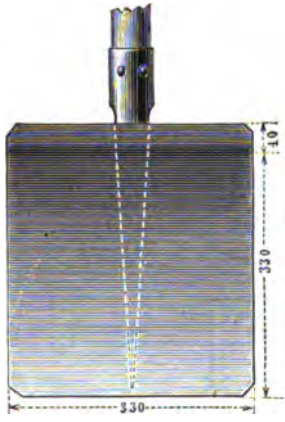


Fig. 170.

Die gewöhnliche Form der Salzschaufeln zeigt Fig. 169. Schaufelbleche in dieser Gröfse wiegen etwa $2^1/_4$ *kg*. Zum gleichmäfsigen Ausbreiten des Salzes auf den Trockenpfannen dienen Holzrechen.

Hat das Salz einige Stunden gelagert und ist durch Verdunstung des Wassers etwas zusammengebacken, so wird es gewendet. Dazu dienen die Wendekrücken (Fig. 170). Diese haben ein Gewicht von $2^1/_4$ *kg*. Der Arbeiter hackt mit den Krücken in die Salzschicht und zieht das Salz in grofsen Schollen zu sich heran, so dafs die untere Seite möglichst nach oben kommt und die einzelnen Schollen sich dachziegelförmig an einander legen. Mit der Rückseite der Krücke werden die Schollen etwas zerschlagen, so dafs das Salz aus einander fällt. Damit das Salz nicht zu fest an einander backt, mufs man bei feinkörnigem Salze mit dem Wenden sehr bald nach dem Aufbringen, etwa nach zwei oder drei Stunden beginnen, zumal wenn mittlerweile zu einem neuen Werke unter der Siedepfanne stärkeres Störfeuer angeschürt worden ist und auch die Trockenpfanne stark erhitzt wird.

Digitized by Google

Bei Grobsalz kann man längere Zeit warten, da dieses nicht so schnell zusammenbackt. Einige Zeit vor dem Magaziniren wird das Salz nochmals gewendet und die Schollen möglichst zerschlagen, damit noch die letzte Feuchtigkeit abdunstet. 2 *Pct.* Wasser bleiben in der Regel zurück.

Das getrocknete Salz wird in kleine, zu ebener Erde laufende Wagen, Kübelwagen, oder in Deckenbahnmulden gefüllt und in die benachbarten Magazinräume gefahren, oder auch in Mulden oder Körben in die Magazine getragen (Salzträger, in Schönebeck). Wo die Magazine in einer höheren Etage, z. B. über den Trockenpfannen liegen, werden die Salzkübel an einer Kette mittels Handhaspel durch den von der Trockenpfanne führenden Haspelschacht bis auf die über den Magazinen liegende Dachetage gehaspelt und durch Deckenöffnungen in die darunter liegenden Magazine gestürzt. Durch die Wärme der Trockenpfannenräume wird der Boden der Magazine erwärmt, so dafs das Salz gut trocken lagert.

Wo Maschinenkraft zur Verfügung steht, benutzt man auch Dampfaufzüge zum Magaziniren.

Auf süddeutschen, auch auf österreichischen Salinen (z. B. Hallein) liegen die Trockenherde neben oder hinter den Siedepfannen, nicht zu ebener Erde, sondern 50 bis 60 *cm* erhöht, sind etwa 2 bis 3 *m* breit und haben schwache Steigung von der Arbeitsseite aus. Sie sind aus schmiedeeisernen, zusammengenieteten Tafeln zusammengesetzt, die gegen das Rosten durch einen Leinölanstrich geschützt werden. Das Salz wird, nachdem es am Pfannenbord abgeleckt und, damit die Mutterlauge abläuft, 24 Stunden in den Traufkästen gelegen hat, auf den Trockenherden nur etwa drei Stunden getrocknet und dann in die Magazine gebracht, so dafs ein Tageswerk nicht zugleich, sondern nach der Reihenfolge der Ausschläge in kleineren Partieen nach einander auf die Trockenpfanne gebracht wird. Da es dann in einer nur 3 bis 4 *cm* starken Schicht ausgebreitet liegt, so kann es sehr schnell trocken werden. Während dieser dreistündigen Trocknungszeit wird es mit kleinen Schaufeln gewendet und mit Holzrechen durchgekrählt, wo es nötig ist, auch mit hölzernen, etwas mit Eisenstücken beschwerten Walzen bearbeitet, damit die sich durch Zusammenbacken beim Trocknen bildenden Salzknollen zerdrückt werden und ein gleichmäfsig klares Salz entsteht. Durch das Walzen wird allerdings das Krystallkorn zerdrückt, so dafs das Salz minder voluminös wird und gegenüber dem etwas minder weifsen, grauen Scheine des klaren, krystallhellen Salzes ein schneeigweifses Aussehen erhält, da sich von den Salzkrystallen durch das Walzen und Zerdrücken der Krystalle mehr feines Salzmehl ablöst, das die Krystalle bedeckt. Von Salzkäufern wird dieses hellere Aussehen irrtümlich leicht dahin gedeutet, dafs das Salz reiner sei, als dasjenige, welches bei minderer Bearbeitung die Krystalle besser unverletzt behält und deshalb weniger weifs aussieht, aber voluminöser bleibt

Digitized by Google

Um das Salz von den erhöhten Trockenherden in die Magazine zu schaffen, benutzt man auf einigen Salinen hölzerne Tragkasten, die an zwei gegenüberliegenden Seiten je zwei Tragarme haben, so dafs sie mit 2 bis 3 *Ctr.* Ladung bequem von zwei Salzträgern in die Magazine getragen werden können. Die etwa 40 *cm* hohen Kasten werden neben die Trockenpfannen gestellt und das Salz mit einer Salzkrücke von den Trockenplatten sogleich in den Kasten heruntergezogen.

b) Hordentrocknung. Auf einigen Salinen hat sich noch das ältere Trocknungsverfahren auf Holzhorden erhalten (z. B. Egestorffshall, Georgenhall bei Hannover, Lüneburg). Die Horden bestehen entweder aus einem geschlossenen vierseitigen oder an einer schmalen Seite offenen dreiseitigen Holzrahmen und einem aus neben einander liegenden Holzstäben zusammengesetzten Boden. Die Holz-

Fig. 171.

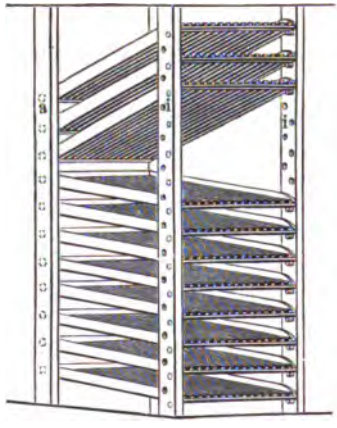
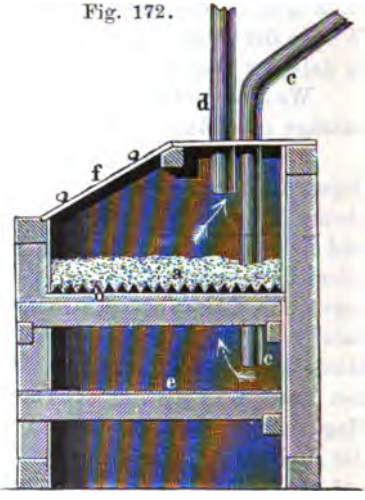


Fig. 172.



stäbe ruhen auf Querleisten. Die Horden werden an der Pfanne und vor den Abtropfbühnen einzeln mit Salz gefüllt, das in schwacher Lage 5 bis 10 *cm* darauf ausgebreitet wird, und in den Trockenraum getragen, oder auf Wagengestellen über einander gestellt und an die Pfanne gefahren und nach dem Füllen in den Trockenkammern in Holzgestellen so über einander gestellt, dafs Zwischenräume von etwa 5 *cm* zwischen den Hordenböden und der darunter liegenden Salzlage bleiben. Früher richtete man die Horden (Fig. 171) so ein, dafs sie mit Holzzapfen (*a*) in den beiden hinteren Gestellsäulen drehbar waren und in den vorderen Gestellsäulen mit Holzpflöcken (*i*) in horizontaler Lage festgestellt oder bei Wegnahme der Pinnen zum Entleeren in eine geneigte Lage gebracht werden konnten. Auf neueren Anlagen setzt man sie schiebkastenartig in die Gestelle auf Unterlagleisten übereinander. Zu unterst steht ein Kasten, der etwa durchfallendes Salz aufnimmt.

Digitized by Google

Zur Erwärmung der Trockenkammern führt man die Heizgase von den Feuerungen der Siedepfannen durch 30 bis 50 *cm* weite, schmiedeeiserne Röhren, die am Boden der Kammern unter den Hordengerüsten durchlaufen. Die warme Luft steigt in den Hordengerüsten nach oben und durchstreicht die dünnen Salzschichten. Die Temperatur ist etwa 48° *C.* Das Trocknen dauert vier bis fünf Tage, bei geringerer Temperatur (30 bis 35° *C.*) auch acht Tage.

1000 *kg* tägliche Salzproduktion erfordern 165 *qm* Hordenfläche, um das Salz bis auf $1^1/_2$ *Pct.* abzutrocknen. Die Trockenkammern sind $2^1/_2$ bis 3 *m* hoch und nehmen einen viermal so grofsen Raum ein als die Pfanne.

Zu Georgenhall hat man bei drei Feinsalzpfannen und zwei Mittelgrob- und Grobsalzpfannen gegen 4000 Horden je 1,2 *m* lang, 0,77 *m* breit, mit 11 *cm* hohem Rahmen. Der Hordenboden liegt 6 *cm* unter dem oberen Rahmenrande, so dafs beim Übereinandersetzen der Horden 5 *cm* Zwischenraum bleibt. Die Fugen zwischen den Holzstäben sind 5 *mm* weit. Jede Horde faſst 40 bis 50 *kg* Salz. Jedes Gerüst nimmt 400 bis 450 Horden auf.

Um die warme Luft vollständig durch das Salz ziehen zu lassen, hat man die Horden auch in geschlossenen Kasten angebracht (Fig. 172). Das Salz (*a*) wird etwa 10 *cm* hoch auf dem Holzgitter *b* ausgebreitet. Durch die Röhre *c* wird erwärmte Luft unter die Horde geführt. Die Luft durchstreicht die Salzschicht und entweicht durch die Abzugsröhre *d* nach der Esse. Unter der Horde ist ein Schiebkasten *e* angebracht, in dem das durchfallende Salz aufgefangen wird. Ein gut schliefsender Deckel *f* dient zum Ein- und Austragen des Salzes.

Die Luft wird in eisernen Röhren erwärmt, die auf dem Boden des Siedeherdes oder auch noch unter dem Feuerroste hin- und hergeführt werden, oder man erwärmt die Luft in Kanälen, die in den Umfassungsmauern des Aschenfalles und des Feuerherdes angelegt sind. Man hat auch als Aschenfall doppelwandige eiserne Kasten benutzt, in deren Kanälen die Luft hin- und herstreicht und sich erwärmt.

Man läfst die Erwärmungsluft auch wohl von oben nach unten durch das Salz ziehen und führt sie unter dem Roste ab (früher Sooden, Dürrheim, Rottenmünster). Dabei überzieht sich das Salz leicht mit einer trockenen Rinde, die der Luft den Durchgang erschwert.

In Lüneburg bestehen die Horden aus $1^1/_2$ *m* langen, 1 *m* breiten Holzrahmen und einem Boden aus schmalen Holzlatten, die mit etwa 1 *cm* weiten Zwischenfugen befestigt sind. Diese Horden sind an einer Seite in dem Holzgerüste drehbar. Die Trockenkammern, in denen die Holzgerüste stehen, werden durch die Abhitze der Siedefeuerungen mittels 51 *cm* weiten Eisenröhren bis auf 30 bis 40° *C.* erwärmt. Die Heizröhren laufen zunächst neben oder unter den Trockengestellen durch, steigen an der Rückwand der Kammer aufwärts und laufen an

Digitized by Google

der Decke der Kammer zurück. Je zwei vereinigen sich dann, werden abwärts geführt und laufen unter dem Fufsboden zurück und unter dem Magazinraume durch zur Esse.

Das Salz wird auf den Horden in etwa 10 *cm* starker Lage ausgebreitet, so dafs 60 bis 75 *kg* davon auf jeder Horde liegen. Es trocknet acht Tage lang. Benutzt wird die Abhitze von vier Siedepfannen mit je 35 *qm* Heizfläche.

c) Trocknen in Körben. Wo man das Salz in Körbe ausschlägt, stellt man es in diesen Körben in Gestellen in den Trockenkammern auf. Die Körbe werden neben und über einander gestellt und die Räume wie bei der Hordentrocknung oder durch Heizkanäle erwärmt.

Man benutzt die Körbe insbesondere bei der Trocknung von Grobsalz und sie sind deshalb dort besonders noch in Anwendung, wo vorzugsweise Grobsalz bereitet wird, also auf westfälischen Salinen. So benutzt man Weidenkörbe in Königsborn und Werl, Körbe aus spanischem Rohr in Salzkotten und Kübel aus Tannenholz in Westernkotten. Die Körbe fassen etwa $^1/_2$ *Ctr.* Der Preis für Körbe aus Rohrgeflecht ist etwa 1 *Mk.* 80 *Pf.* das Stück.

Das Salz verbleibt nach dem Ausschlagen in den Körben gewöhnlich einige Zeit im Siedepfannenraume, damit die Mutterlauge möglichst abläuft. Die Körbe stehen dann mit der Spitze auf dem Boden und lehnen an der Gebäudewand. Dann erst werden sie in den Trockenräumen aufgestellt, oder der Inhalt wird sogleich in die Magazine gebracht.

Das Trocknen in Körben und Horden hat man im übrigen wegen der Kostspieligkeit der Anlage meist aufgegeben und dafür die Pfannentrocknung als einfachste Trocknungsart eingeführt. In Dürrenberg trocknete man bis ins zweite Jahrzehnt dieses Jahrhunderts in Körben, führte dann Hordentrocknung ein und ist schliefslich zur Planpfannentrocknung übergegangen. Zu berücksichtigen dabei ist, dafs die Verwendung von Braunkohle mit viel Schwefelkies zur Feuerung die Anwendung eiserner Heizröhren sehr kostspielig machen mufste, da diese schnell zerstört werden, wobei die durch Zersetzung der Chlorsalze sich bildende Chlorwasserstoffsäure mitwirkt.

Andere Trocknungsverfahren hat man angewendet z. B. zu Heinrichshall, wo auf den flachen Deckeln der Störpfannen getrocknet wurde. Auf einigen anderen Salinen (Rappenau, Friedrichshall) hat man das Salz über dem Mantel der Dampfpfanne, der aus doppelt gefugten Brettern bestand, und zwar auf einem 471 *mm* über dem Mantel angebrachten Holzrost getrocknet. Das Salz hatte vorher nach dem Ausschlagen auf den Deckladen genügend abgetropft. Vier Tage lang blieb das Salz liegen, wobei erwärmte Luft hindurchgeleitet wurde. Zur Erwärmung der Luft waren drei eiserne Röhren über den Rauchherd der Siedepfanne geführt, die in eine gemeinschaftliche horizontale Röhre einmündeten. Die anderen offenen Enden der Röhren standen mit der

Digitized by Google

atmosphärischen Luft in Verbindung. Das Verbindungsrohr teilte sich in zwei Arme, die unter dem Trockenroste mündeten.

In Galizien brachte man früher das Salz aus der Pfanne in Tonnen, aus denen man drei Stunden lang die Mutterlauge abfliefsen liefs, dann wurden die Tonnen drei Tage lang in Trockenstuben gestellt, die auf etwa 62,5° *C.* erwärmt wurden (Fässertrocknung).

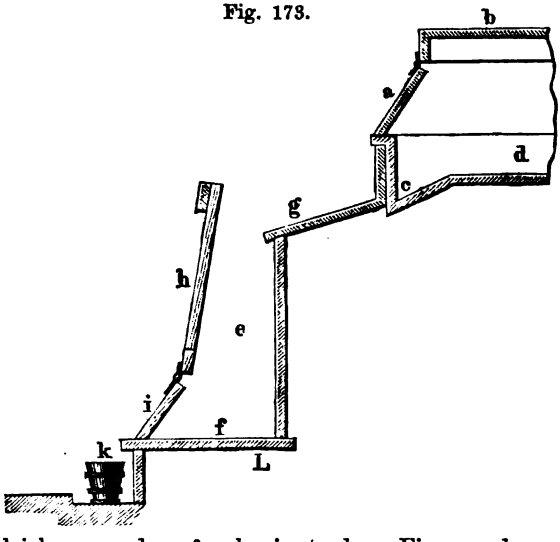
Auf hannöverschen Salinen waren früher Trockenöfen in Gebrauch, in denen die Feuergase der Pfannenfeuerung cirkulirten. An diese aus dünnen Backsteinen hergestellten Öfen, die in den Fugen gut mit Kalk verstrichen waren, wurde das Salz herangeschüttet. Durch Holzverschläge wurde es zusammengehalten.

Die besonderen neueren Trocknungsverfahren, Tüchertrocknung, Tellertrocknung, Trommeltrocknung und Centrifugentrocknung, sind weiter unten beschrieben.

Formsalzbereitung.

Zur Erleichterung des Vertriebes und um die Verpackung zu sparen, bereitet man auf vielen Salinen Formsalz, besonders auf österreichischen Salinen Stöckel, Füderl, neuerdings auch Salzbrikette, in Galizien Hurmanen. Die Bereitung des englischen Lumpsalzes ist bereits oben (S. 656) beschrieben worden. Neuerdings hat *P. Vincent* in Paris (*D. R.-P.* Nr. 61064 [1]) den Vorschlag gemacht, das Salz zu schmelzen und in Formen zu gieſsen, so daſs marmorfeste Blöcke entstehen, die langen Transport und auch Nässe vertragen. Das Verfahren wird kostspieliger sein, als das der gewöhnlichen Formsalzbereitung, ist auch schwierig ausführbar, da das Kochsalz erst bei 776° *C.* schmilzt und zugleich zu verdampfen beginnt, dazu Eisen und Thon lebhaft angreift. Es verliert zudem die krystallinische, zerreibliche Struktur des Siedesalzes, die bei dem gewöhnlichen Formsalz jedenfalls im Inneren erhalten bleibt.

Fig. 173.



[1]) *Ö. Z.* 1892, 40, 505.

Digitized by Google

Die vergeblichen Versuche in Schönebeck im vorigen Jahrhundert, durch Schmelzen von Siedesalz ein steinsalzähnliches Produkt zu erhalten, sind S. 455 erwähnt worden.

Zu Formsalz verwendet man Salz von möglichst gleichmäfsigem, feinem Korn. Beim Ankrücken mengt man das Salz durch Hin- und Herziehen der Krücken und macht alle zwei Stunden einen Ausschlag. Früher stürzte man das ausgeschlagene Salz durch Lutten auf eine tiefer liegende Bärstätte, wo es in Kufen eingestampft wurde. Dieses Herabstürzen des Salzes hatte den Zweck, dafs ein Teil der Mutterlauge vom Salze abfliefsen konnte. Die abfliefsende Mutterlauge wurde in besonderen Trögen gesammelt. Eine ältere Einrichtung dieser Art zu Ebensee (Fig. 173, a. v. S.) ist folgende. Nach zurückgeschlagener Pfannenlade *a* des Pfannenmantels *b* wird das aus dem Bärsack *c* der Pfanne *d* ausgeschlagene Salz durch den 1,9 *m* tiefen Kanal *e* (Salztrog) auf die Bühne *f* geworfen. Die Arbeiter (Bärer) stehen auf der Bärstatt oder Pehrstatt *g*. Die Mutterlauge (Lab) tröpfelt durch die Spalten der Bretter in die darunter befindliche Labstube *L*, die man zu Ebensee[1]) statt aus Holz aus Cement hergestellt hat, um ein Rinnen zu verhüten. Bärer und Stöfser stehen sich bei dieser Anordnung nicht im Wege. Die Mutterlauge fliefst von selbst in die Labstube ab und braucht nicht erst beim Füllen der Kufen ausgepreíst zu werden. Der Verschlag *h* der Aufsenseite ist mit Klappen *i* versehen, nach deren Öffnung die Kufen *k* mit Salz angefüllt werden können.

Die Kufen bestehen meist aus Holz, sind aus Faísdauben zusammengesetzt, die durch Reifen zusammengehalten werden. Sie haben gewöhnlich eine abgestumpft konische Form, sind z. B. oben 366 *mm*, unten 235 *mm* weit, 941 *mm* hoch, oder haben die Form neunseitiger Pyramiden, sind z. B. oben 288 *mm*, unten 183 *mm* weit und 366 *mm* hoch, sie sind je nach der Schwere der Füderl verschieden grofs. Jetzt werden in der Regel konische Kufen von 21 *Liter* Fassungsraum verwendet. Der Boden wird durch ein Lattenkreuz gebildet, so dafs die Mutterlauge abfliefsen kann. Sie stehen in einem Bärtroge oder auf Untersetzern.

Die Herstellung der Labstuben, überhaupt der Reservoire für heifse Soole, der Füderltröge u. s. w. aus hydraulischem Cement kostet zwar 50 bis 60 *Pct.* mehr als die Herstellung aus Holz, hölzerne widerstehen aber weniger der heifsen und spezifisch schweren Soole und rinnen leicht. Ein Nachteil der beschriebenen Einrichtung ist, dafs die Füderl wieder aufwärts in die Trockenräume befördert werden müssen.

Später hat man die unteren Bärstätten in gleiche Höhe mit den Pfannen gelegt. Man zieht dabei das Salz mit den Krücken sogleich über den schrägen Pfannenbord in die Salzkufen, die in zwei Reihen unmittelbar am Rande des Bordes stehen. Damit etwas Mutterlauge

[1]) *Rittingers Erfahrungen* 1868 (*Hempel*). *Ö. Z.* 1867, 15, Nr. 29.

Digitized by Google

ablaufen kann, läfst der Arbeiter das mit der Krücke aus der Pfanne gezogene Salz einige Augenblicke auf dem Pfannenborde liegen und zieht es dann mit schnellem Rucke in die Kufen. Jede Salzlage wird in den Kufen mit 5 *kg* schweren Holzstöfseln eingestampft, wobei es als Zeichen eines guten Salzes angesehen wird, wenn es sich recht flüssig einstampfen läfst und herumspritzt. Die Arbeiter (Stöfser) stehen dabei auf den Kufen. Trockenes Salz liefert gering gewichtige brüchige Füderl. Ist die zweite Lage eingebracht und eingestampft, so bleibt das Salz bis zum nächsten Ausschlage stehen, wobei ein Teil der Mutterlauge abfliefst, ein anderer Teil bleibt in den unteren Salzmassen zurück. Sind die Kufen gefüllt, so werden sie an eine andere Stelle der Bärstätte gerollt, wo sich die Putzerstöcke befinden. Der Putzerstock besteht aus einem um eine senkrechte Achse drehbaren Holzklotze, der den gleichen Durchmesser wie die Salzstöckel hat. Die Kufen werden mit der gröfseren Seite auf den Holzstock gestellt und vom Salzstöckel abgehoben. Die Spitze, die besonders von Mutterlauge getränkt ist, wird mit einer kleinen Schaufel abgestofsen. Durch Drehen des Putzerstockes wird das Salzstöckel abgerundet, geglättet und auf die über der Bärstätte schwebenden Hängewagen gelegt, auf denen je vier Stück zusammen in die Darren gefahren werden. Jede Darre hat Raum für 480 Stück Füderl. Sie werden auf eiserne, mit Thonhülsen (*chairs*) überzogene Stangen gestellt. Dann läfst man die Heizgase in die Darrkammern ziehen, indem man die Klappen am Boden öffnet. In 48 bis 50 Stunden, oft auch weniger (33 bis 36 Stunden), ist die Dörrung beendigt. Die Stöckel müssen beim Anschlagen einen klingenden Ton geben, um als gar zu gelten. Sie enthalten dann höchstens noch $^1/_2$ *Pzt.* Feuchtigkeit. Man bringt sie nun auf die Wiegeplätze, wo sie von den Dörrauswüchsen mit Schabern und Polierschaufel gereinigt und auf Schnellwagen gewogen werden. Gegen 4,2 *Pzt.* der ganzen Salzerzeugung entfällt auf die Nebensalze. Auf jedem Füderl wird das Gewicht mit Farbe vermerkt. Dann werden sie auf Hängebahnen in das Magazin geschafft, wo sie nach dem Gewichte sortirt und aufgestapelt werden. Das Gewicht ist etwa 14 bis 25 *kg*.

Das zunächst fallende Vorgangssalz ist für die Füderlbereitung zu grob und wird nach und nach den einzelnen Salzausschlägen zugesetzt. Ebenso wird mit dem Nachgangssalze verfahren. Jedoch hat man auch durch fleifsiges Umkrücken in der Pfanne während der Abkühlungsperiode, wo das Nachgangssalz fällt, erreicht, dafs ein für die Füderlbereitung geeignetes Salz fällt.

Bei gewöhnlichen Pfannen, wo die Feuergase unter den Pfannen in deren Längsrichtung fortstreichen, fällt an der Seite der Feuerungen, dem Oberbärort, sehr feinkörniges, schlammiges Salz, an der der Feuerung abgekehrten Seite, dem Unterbärorte, über dem Urende des Herdes Salz gröberen Kornes, das für die Formsalzbereitung wenig geeignet ist. Man hat deshalb in Österreich vielfach die Pfannen so

Digitized by Google

gestellt, dafs die Längsachse quer zur Richtung der Heizgase steht (Tyroler Pfannen), und schlägt das Salz an der Längsseite aus, wodurch man eine gleichmäfsigere Salzkörnung erhält.

Bei der Trocknung des Formsalzes verdampft das Wasser und das von diesem in Lösung gehaltene Salz scheidet sich aus. Das Verhältnis zwischen dem bei der Siedung und bei der Trocknung abgeschiedenen Salze ist derart, dafs etwa 12 *Pct.* Salz erst durch die Trocknung gewonnen werden. Diese Salzausscheidung beim Trocknungsprozesse bewirkt einen festen Zusammenhalt des Salzstöckels.

Das Formsalz darf höchstens $1^1/_2$ *Pct.* Feuchtigkeit haben, wenn es als gar gedörrt gelten und transportfähig sein soll. Dazu reicht die gewöhnliche Trocknungstemperatur auf den Heizzügen der Trockenpfannen und in den Gestellen der durch Heizröhren erwärmten Trockenkammern, wie sie beim Trocknen des lockeren Salzes üblich ist, nicht aus. Vielmehr müssen Hitzegrade von mindestens 200° *C.* angewendet werden. Der Gehalt an Nebensalzen erschwert den Trocknungsprozefs. Chlormagnesium und schwefelsaures Natrium schmelzen zunächst im Krystallwasser und backen dann, indem das Wasser verdunstet, das Salz fest zusammen. Die geschmolzenen Salze rinnen aus den Formstücken heraus und bilden an der Aufsenseite stalaktitenartige Auswüchse. Durch Zersetzung des Chlormagnesiums bei höherer Temperatur entstehen Salzsäuredämpfe, die das Glaubersalz umsetzen zu Chlornatrium und Schwefelsäure. Ein Überzug der sich bildenden Magnesia schützt die Salzstücke vor dem späteren Eindringen von Feuchtigkeit. Der Trocknungsprozefs ist also zugleich ein Reinigungsprozefs, verbunden mit chemischen Umwandlungen der Nebensalze.

Zum Dörren des Formsalzes bedient man sich, jetzt seltener als früher, gemauerter Kammern (Pfieseln), die hinter den Pfannen liegen, und von den Abzugsgasen der Pfannenfeuerungen durchströmt werden, da diese aber oft noch nicht die erforderliche Wärme liefern, auch noch durch besondere Feuerungen geheizt werden.

Früher hatte man besondere Feuerungen für die Dörrkammern (Separatfeuerdarren, z. B. in Hallstadt und Aussee), später benutzte man ausschliefslich die Abhitze der Siedepfannen (Sudfeuerdarren, Urenddarren).

Dann hat man auf einigen Werken nur ergänzungsweise besondere Feuerung eingeführt. Sehr wichtig bei diesem Trocknungsverfahren ist, dafs die Feuergase rauchfrei sind, weil sich sonst die Salzstöckel schwärzen und unansehnlich werden. Zu diesem Zwecke hat man in Österreich für Holzbrand Pultfeuerungen eingeführt, für anderes Brennmaterial (z. B. Traunthaler Lignit) Gasöfen, die beide fast rauchfreie Verbrennungsgase liefern, wenn sie sorgfältig bedient werden.

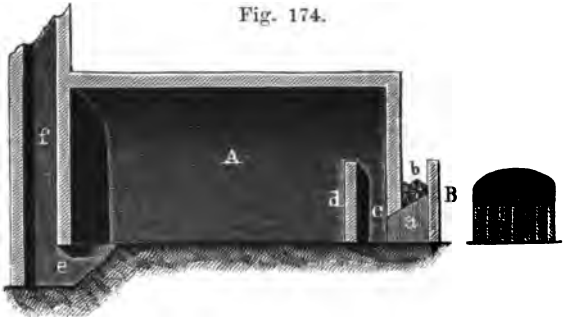
Von Einfluss sind aufserdem die Zugverhältnisse der Pfannenfeuerung, der Nässegehalt des Brennmateriales, der verzögernd auf die Trocknung wirkt, die Reinheit der Gase. Ist Gelegenheit gegeben,

Digitized by Google

dafs sich durch die Einwirkung des Kohlensäuregases basische Eisencarbonate bilden, so färben sich die Salzstöcke rot. Die notwendige Abkühlung der erhitzten Dörrkammern zum Entleeren führt zu grofsen Wärmeverlusten.

Eine Dörrpfiesel *A* mit besonderer Pultfeuerung *B* für Holz ist in der Fig. 174 veranschaulicht. Die gemauerte Brücke *a* dient zur Auflage der Holzscheite *b*. Die Flamme schlägt durch die Zwischenräume nach unten, und die Heizgase ziehen, durch die Wand *d* gezwungen, in *c* nach aufwärts. Die Gase entweichen, mit Wasserdampf gesättigt, durch den Fuchs *e* in die Esse *f*. Man läfst auch wohl die Heizgase in schräger Richtung aufwärts steigen, indem man die Mauer *d* geneigt aufführt und den Kanal *c* teilweise überwölbt. Die Pfiesel ist etwa 8,16 *m* lang, 1,14 *m* hoch und 3,45 *m* breit, die Esse 470 *mm* weit. Man leitet die Heizgase auch wohl durch einen die Pfiesel durchziehenden Feuerkanal, aus dem sie durch Seitenöffnungen in den Dörrraum treten.

Fig. 174.



Zum Aufstellen der Salzstöckel dienen hölzerne oder eiserne Gestelle. Letztere sind einfacher aufzustellen und nehmen weniger Raum ein. Die etwa 2 *m* langen Eisenstäbe werden mit stark gebrannten, glasirten Thonröhren (*chairs*) umkleidet, die einen rechteckigen Querschnitt haben. Da sie sich leicht drehen, ist die Unterlage nicht so sicher, als die Auflage in Holzgerüsten. Die Holzgerüste überziehen sich durch die abtröpfelnde Mutterlauge schnell mit einer Salzkruste, die das Holz gegen Feuchtigkeit und Hitze schützt. Die Eisenstäbe rosten leicht und geben Anlafs, dafs sich das Salz rot färbt.

Eine Dörrkammer von 5 *m* Länge, 2,5 *m* Breite und 2 *m* Höhe faist gegen 1600 Stöckel, die bei direkter Pultfeuerung in 30 bis 36 Stunden gar gedörrt sind. Mit der Zeit für Beschicken der Darren, Abkühlen und Herausnehmen sind für jede Dörrperiode durchschnittlich fünf Tage erforderlich. Man verbraucht dabei etwa $^1/_{11}$ bis $^1/_9$ des zur Versiedung erforderlichen Holzes.

Wendet man ausschliefslich Urenddörrung an, so dauert die Dörrperiode sechs bis sieben Tage. Man leitet dann die Abhitze von den Pultfeuerungen der Siedepfannen unter einen 30 bis 40 *cm* hohen

Digitized by Google

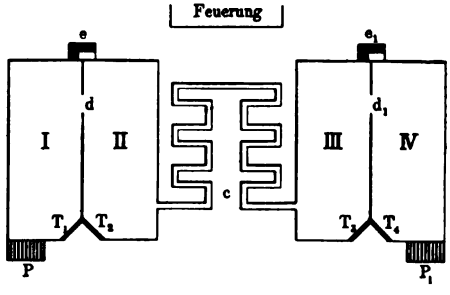
Zwischenboden der Pfiesel, der aus Eisenblech oder Gufseisenplatten zusammengesetzt ist. Eine Pfanne von 300 *qm* Bodenfläche steht z. B. mit 14 Dörrkammern in Verbindung, die zu je zwei über einander stehen, je zwei neben einander liegende haben eine gemeinschaftliche Seitenwand. Die Heizgase ziehen zunächst durch die sieben unteren Kammern, durch Kanäle in den Umfassungsmauern in die oberen und von da in den Schornstein. Öffnungen in den Kammern führen den Wasserdampf, der infolge der Zersetzung von Chlormagnesium salzsäurehaltig ist, ab. Jedoch führt man auch in solchen Fällen die Heizgase unmittelbar in die Kammern. Sie strömen dann an einem Ende am Boden in die Kammer, am anderen Ende ebenfalls am Boden in den Abzugskanal.

Eine Urenddarre von 5 *m* Länge, 3,2 *m* Höhe und 2,2 *m* Breite wird z. B. mit 336 Stück Füderln zu je 17 *kg*, also 5700 *kg* Salz beschickt. Diese stehen in vier Etagen zu je 84 Stück über einander. Bei einer Temperatur von 200 bis 220° *C.* sind sie in 40 bis 60 Stunden gar gedörrt. Jede Pfanne hat dann etwa sechs Stück solcher Darren nötig.

An Brennmaterial wird dabei nichts gespart. Man mufs um so mehr in den Feuerungen der Siedepfannen verbrennen, um die erforderliche Temperatur der Heizgase zu erzielen. Die Einrichtung ist nur dann vorteilhaft, wenn man keine andere Verwendung für die Abzugsgase der Siedefeuerungen hat. Die Abhängigkeit vom Siedeprozesse führt aber zu den oben erwähnten Nachteilen.

Erwägt man, dafs das Füderlsalz mit etwa 60° *C.* in die Darren gebracht und auf 200° *C.* erwärmt wird, so werden bei einer spezifischen Wärme des Salzes von 0,555 auf 1 *kg* Salz (200 — 60) . 0,555 = 77 Kalorien und bei 500 Stück Füderln zu 18 *kg* in einer mittelgrofsen Darre, das sind 9000 *kg* Salz = 693 000 Kalorien aufgespeichert, mit denen über 1000 *kg* Wasser verdampft werden können und die zweckmäfsiger Weise zur Ersparnis von Brennmaterial wieder nutzbar gemacht werden.

Fig. 175.



In Ischl hat man dazu folgende Einrichtung getroffen [1]). Man hat teils Urenddörrung, teils Separatfeuerdörrung und besondere Pultfeuerungen für die Darren eingerichtet. Aufser in sechs neben den

[1]) *Schrempf*, *Ö. Z.* 1890, **38**, 240.

Digitized by Google

Pfannen gelegenen, durch Abhitze der Pfannenfeuerung geheizten Dörrkammern dörrt man in vier alten Pfieseln, die im Erdgeschofs zu je zwei mit gemeinschaftlicher Zwischenwand, zu beiden Seiten der Pfannenstatt liegen (Fig. 175). Die Holzpultfeuerungen PP_1 sind unter den beiden äufseren Darren I und IV angebracht, die von den Feuergasen zunächst durchströmt werden.

Die Kammern werden durch die Thüren T beschickt, c sind Wärmkanäle unter der Pfannenstatt, dd_1 Öffnungen in der Zwischenwand, ee_1 sind die Essen für die abziehenden Gase. Die Kammern auf beiden Seiten werden abwechselnd beschickt und befeuert. Werden die mit Salzfüderln beschickten Kammern I und II geheizt, so strömen die Heizgase zunächst durch die Kammern I und II und dann durch III und IV, hier die frische Beschickung vortrocknend, der Essenschieber bei e ist dann geschlossen. Nach der Gardörrung in den auf einer Seite (P) gelegenen Darren, wird die erste Thür T_1 geöffnet und kalte Luft strömt zur Abkühlung der Füderl nach einander durch die beiden Kammern, erwärmt sich dadurch und noch mehr in dem Kanale c, strömt dann durch die Kammer III und trocknet hier die Füderl gar, tritt durch d_1 in die Kammer IV, wo die Füderl nicht ganz gar werden und zieht, mit Dampf gesättigt, durch die Esse e_1 ab. Dann wird mit Hülfe der Pultfeuerung P_1 auch die Beschickung der Kammer IV gar gedörrt. Mittlerweile sind die Kammern I und II abgekühlt, entleert und frisch beschickt worden. Dann werden die Thüren T_1, T_2 und T_3 geschlossen und T_4 geöffnet. Der Vorgang vollzieht sich nun in umgekehrter Richtung, IV und III kühlen ab, die Luft erwärmt sich in c und dörrt die Beschickung der Kammer II gar, die der Kammer I fast gar und zieht durch die Esse e ab, worauf die Feuerung bei P wieder in Wirksamkeit gesetzt und die Beschickung in I gar gedörrt wird, die Kammern III und IV entleert und frisch beschickt werden. Es wird bei diesem Verfahren die Wärme des Trockengutes gut ausgenutzt.

Da auf den österreichischen Salinen mehr und mehr Mineralkohle zur Verwendung kommt, die es schwierig macht, eine für die Dörrung erforderliche rauchfreie Verbrennung zu erzielen, und auch die Nässe des Brennstoffes die Absorptionsfähigkeit der Heizgase beeinträchtigt, jedenfalls aber die Einführung von Flugasche in die Dörrkammern, die sich auf die Salzstöckel lagert und diese mifsfarbig macht, nicht zu vermeiden ist, so ist man darauf bedacht gewesen, die Wärme der Feuerungen auf andere Weise für den Dörrprozefs nutzbar zu machen und hat deshalb auf dem Franz-Karl-Werke zu Ischl Heifsluftdörrung eingeführt[1]).

Die Siedepfanne wird durch vier Gasfeuerungen geheizt. In Kammern unter dem Verbrennungsraume und Kanälen unter der Pfannenstatt wird die Luft genügend erwärmt, um in den neben der

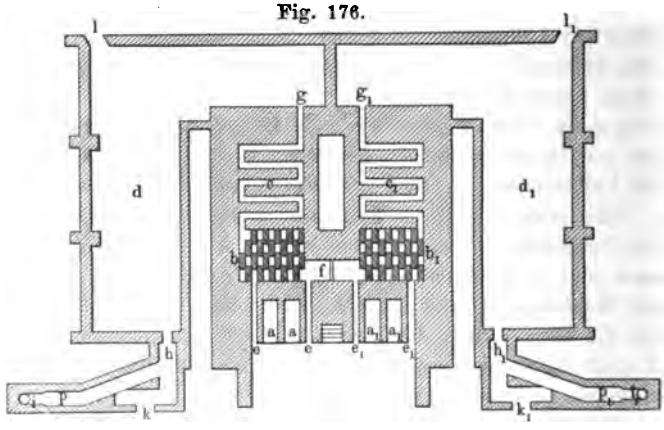
[1]) *C. v. Balzberg* (*Preisschrift*). *Pr. Z.* 1896, **44**, 282.

Digitized by Google

Pfannenstatt liegenden Dörrkammern ausreichende Hitze zum Gardörren zu liefern.

Die Anordnung ist aus der Fig. 176 ersichtlich. $a a_1$ sind vier Gasöfen, $b b_1$ Heifsluftkammern, die unter dem Verbrennungsraume der Gasfeuerung liegen und mit Ziegelgittermauerwerk ausgesetzt sind, f ist ein Verbindungskanal zwischen $b b_1$ mit Schieber, $c c_1$ sind Kanäle unter der Pfannenstatt, $d d_1$ sind die Dörrkammern, die abwechselnd beschickt werden. Soll die mit gar gedörrter Beschickung versehene Kammer d abgekühlt werden, während d_1 mit frischem Salz durch l_1 beschickt worden ist, so tritt bei der Öffnung k durch den Kanal h frische Luft in die Darre d. Die Luftesse i ist dabei abgesperrt. Indem die Luft das Salz und die Kammer kühlt, wärmt sie sich vor, strömt durch den Kanal g in das Kanalsystem c, die Heifsluftkammer b, den Kanal f, die Kammer b_1, das Kanalsystem c_1 und tritt durch g_1,

Fig. 176.



auf etwa 200 bis 250° C. erhitzt, in die Dörrkammer d_1 und zieht durch die Kanäle h_1 und p_1 in die Esse i_1 ab. Ist d frisch beschickt und soll d_1 abgekühlt werden, so macht die Luft den umgekehrten Weg und zieht durch i ab. Sind beide Kammern zugleich frisch gefüllt, so dienen die die Wandungen der Gasöfen umspülenden Kanäle $e e_1$ dazu, frische Luft in die Erhitzungskammern ein- und erhitzt den Darren zuzuführen.

Bei diesem Verfahren erhält man ein vorzügliches Produkt von tadelloser Reinheit. Die Abhitze der Pfannenfeuerung läfst sich zum Vorwärmen der Soole oder zum Vorwärmen der Verbrennungsluft benutzen. Aufserdem wird der Vorteil erreicht, dafs das Gemäuer der Generatoren gekühlt und nicht so schnell zerstört wird.

Die unmittelbare Beheizung der Dörrpfieseln mit den Gasen der Feuerungen hat in dem Bestreben, höhere Heizwirkungen zu erzielen, die bis zur Mitte der 50er Jahre in Österreich in Gebrauch gewesenen Kanaldarren verdrängt. Diese finden jetzt wieder in Galizien für Hurmanen, im Salzkammergut für Brikettsalz Anwendung (s. S. 687).

Digitized by Google

Der Fassungsraum der älteren Kanaldarren war 352 *cbm*. Sie nahmen 600 Stück Füderl auf, die auf eiserne Träger gestellt wurden. Die Träger standen auf einem starken Blechboden, unter dem die von der Pfanne abströmenden Glühgase in verschiedenen Windungen durchzogen, so dafs sich die Wärme auf den inneren Dörrraum übertrug. Dämpfe und Heizgase hatten verschiedenen Abzug. In älterer Zeit hatte man auch separate Kanaldarren mit eigenen Heizöfen, deren Gase in Kanälen unter den Darren hin- und hergeführt wurden. Die Einführung der Holzpultöfen ermöglichte die Einführung der Heizgase unmittelbar in den Dörrraum [1]).

Der Zweck der Stöckelbereitung ist, der Waare eine bequeme, transportfähige Form zu geben, die an dem inneren Werte nicht viel ändert, indessen eine Verpackung überflüssig macht. Vom englischen Lumpsalze unterscheiden sich die Füderl oder Stöckel durch gröfsere Härte, infolge stärkerer Erhitzung und gröfseren Gehaltes bindefähiger Nebensalze. 18000 *kg* (500 Wiener *Ctr.*) Stöckelsalz erfordern zum Dörren ein Klafter (3,312 *cbm*) Fichtenholz.

Stöckel- oder Füderlsalz wird jetzt hauptsächlich nur noch in Aussee erzeugt. In Ischl und Ebensee ist diese Salzformirung mehr und mehr der Brikettsalzbereitung gewichen.

In Hallstadt, wo früher separate Pfiesel zur Stöckeltrocknung in Gebrauch waren, wird jetzt nur Blanksalz erzeugt. Auch in Hallein erzeugt man nur Blanksalz.

Ein Teil der Füderl wird zerschlagen und in Fässer verpackt (Fafslsalz). Besonders geschah dies früher mit den gröfseren Füderln.

Die Füderlsalzbereitung reicht in weit entlegene Zeiten zurück.

Hurmanen. Gegenüber den schweren österreichischen Stöckeln fertigt man in Galizien Salzstücke von 1,4 bis 2 *kg*, jetzt gewöhnlich 1 *kg* Gewicht (Hurmanen oder Hurmanni). Rasch gesottenes, feinkörniges Salz wird auf Pritschen ausgeschlagen, wo es drei bis vier Stunden lang abtropft, und dann nafs in kleine, schmiedeeiserne Formen gebracht, die eine abgestumpft konische Form haben. Die Formen werden umgestülpt und von dem Salzstücke abgezogen. Man bestreicht die Formen täglich mindestens einmal mit heifsem Kolophonium, nach jeder vierten Füllung werden sie mit Wasser ausgespült. Ein Mann fertigt in einer 12stündigen Schicht 1000 bis 1700 Stück Hurmanen. Statt schmiedeeiserner Formen werden in neuerer Zeit auf einigen Salinen Formen aus Aluminium verwendet.

Auf den galizischen Salinen (Lacko, Drohobycz) verfährt man in folgender Weise. Die kleinen 50 bis 60 *qm* messenden Pfannen werden um 6 Uhr früh angeheizt, wobei die Soole langsam eingelassen wird. Das erste Salz wird abends ausgeschlagen, die erste Formsalz-

[1]) *A. Aigner*, *Ö. Z.* 1897, 45, 5

Digitized by Google

bereitung und Aufstellung beginnt 18 Stunden später. Alle zwei Stunden wird von zwei Mann eine halbe Stunde lang Salz gezogen, wobei mit dem Feuern etwas nachgelassen wird und frische Soole nachfliefst, weil die Labhöhe inzwischen um etwa 10 *cm* gesunken ist. Man schlägt nur auf einer Seite der Pfanne aus. Das Salz wird von der gegenüber liegenden Seite auf die Ausbärseite hinüber geschoben und dann in kleine Ausbärwagen ausgeschlagen. Dies sind zweirädrige Karren, die, nach vorn über den Bord gekippt, das ausgeschlagene Salz aufnehmen und bis zum nächsten Ausschlage die Mutterlauge auf der geneigten Bodenfläche in die Pfanne zurückfliefsen lassen.

Nach zwei Stunden wird das Salz durch Sturzlöcher von der Pfannenbärstätte auf die darunter liegende Bärstätte, die Klopfbühne (Pritsche), gestürzt, wo es noch zwei Stunden liegen bleibt und wo überschüssige Mutterlauge abfliefsen kann. Nachdem das Salz so vier Stunden abtropfen konnte, enthält es noch etwa 33 *Pzt.* Wasser. Es wird nun mit hölzernen Schlägeln geklopft, um es schmiegsamer zu machen. Zugleich wird das Hurmanenbruchsalz wieder mit verarbeitet. Dann bringt man es in konischen Körben zu den Dörrapparaten, schüttet es in einen erhöht stehenden länglichen Trog (Molter) und schlägt es hierauf in die Formen (Fig. 177 a) oder es wird mit Putten in die Tröge gebracht, auch unmittelbar in diese und dann auf Schienenbahnen zu den Darren, wo die Formirung ausgeführt wird. Die Arbeiter bedienen sich dabei schwacher Schlägel aus Weifsbuchenholz (Fig. 177 b). Sie haben in der Arbeit solche Gewandtheit, dafs die Gewichte der einzelnen Salzstücke nur wenig unter einander verschieden sind. Als Abweichung bei 100 *kg* werden 1,4 *kg* zugelassen.

Fig. 177 a.

Fig. 177 b.

Durch dieses Verfahren und das kalte Formen bezweckt man, die Mutterlauge möglichst zu entfernen, denn anders als beim Füderlsalz wünscht man alle Dörrauswüchse zu vermeiden, damit die Stücke eine schöne glatte Fläche bekommen. Der Mangel an Nebensalzen benimmt jedoch dem Salze die Bindefähigkeit, die deshalb durch möglichste Feinheit des Salzes und scharfe Trocknung erhöht werden mufs.

Nach 12- bis 16tägiger Sudkampagne wird das Feuer gemäfsigt und dann gegen 6 Uhr früh gelöscht. Die Asche wird mit Kratzen herausgezogen und die Mutterlauge aus den Pfannen ausgeschöpft. An einigen Orten läfst man dann Süfswasser in die Pfanne, um den Pfannenkern auszusüfsen, der dadurch leichter springt. Dieser wird abgeschlagen, die Pfanne gereinigt und gegen 12 Uhr Mittag wird wieder Soole eingelassen und die Feuerung angeschürt. In der Nacht beginnt dann die Formirung des ausgebärten und des auf den Tropfbühnen zurückgebliebenen Salzes.

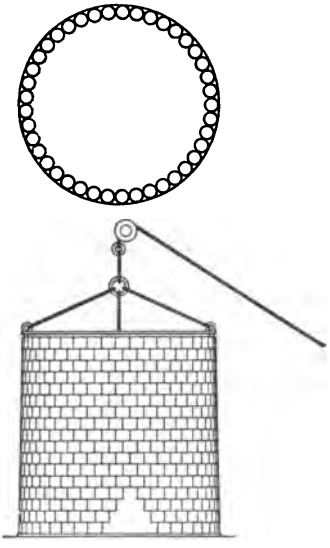
Man trocknete die Hurmanen früher in Dörrkränzen am offenen

Digitized by Google

Feuer. Die Salzstücke wurden im Kranze rund um ein freies Feuer gestellt, wo sie bald so weit erhärteten, dafs sie eine folgende Reihe tragen konnten. Ein Deckel von Eisenblech, in Ketten gehalten, schwebte dicht über dem obersten Kranze und wurde, wenn ein neuer Kranz aufgesetzt werden sollte, entsprechend höher gezogen. Nach sechsstündigem Feuern kamen die Hurmanen in geheizte Magazine. Dies war notwendig, weil sie sonst Feuchtigkeit anzogen und zerfielen. In Stroh verpackt wurden sie transportirt.

Auf ostgalizischen Salinen wendete man cylindrische, eiserne Gerüste an, an deren Umfang die Hurmanen dicht neben einander und über einander aufgestellt wurden (Fig. 178). Eine dreieckige Öffnung vorn bildete die Feuergasse. Innerhalb des Gerüstes wurde ein offenes Feuer angebrannt. Sobald die Salzstöcke gar gedörrt waren, wurde der Cylinder mittels Flaschenzuges weggeschoben und ein frisch besetztes Gerüst an die Stelle gesetzt.

Fig. 178.



Etwas anders waren die Cylinderdarren. Diese bestehen aus Blechcylindern, die am äufseren Umfange Blechkränze zum Aufstellen der Hurmanen tragen. Für jede Pfanne waren sechs Cylinderdarren aufgestellt, die von der Abhitze der Pfannenfeuerung von oben nach unten durchzogen und erwärmt wurden (Fig. 179, a. f. S.). Hierbei konnte das Salz reiner erhalten werden, als bei der Trocknung an offenen Feuern.

Jetzt sind überall Kanaldarren[1]) in Gebrauch und zwar nach dem durch *Kleeberg* in Kossow eingeführten Systeme. Ein länglicher eiserner Kasten *H* (Fig. 180) ist an den beiden Längsseiten mit eisernen Thüren *a a* versehen. Drei Zwischenböden teilen ihn in vier horizontale Abteilungen, die je 22 *cm* hoch sind und zwei Schichten Hurmanen aufnehmen. Auf die Eisenplatten, die die unterste Schicht aufnehmen, wird trockenes, loses Abfallsalz gestreut. An den kurzen Seiten jeder Abteilung sind Klappen *b b* zum Ein- und Ausströmen der Abzugsgase angebracht. Dadurch kann jede Abteilung in den Heizstrom ein- und ausgeschaltet werden. Jede Abteilung faſst 500 Hurmanen zu 1 *kg*, also 500 *kg* Salz, das in 6 bis 24 Stunden völlig getrocknet ist.

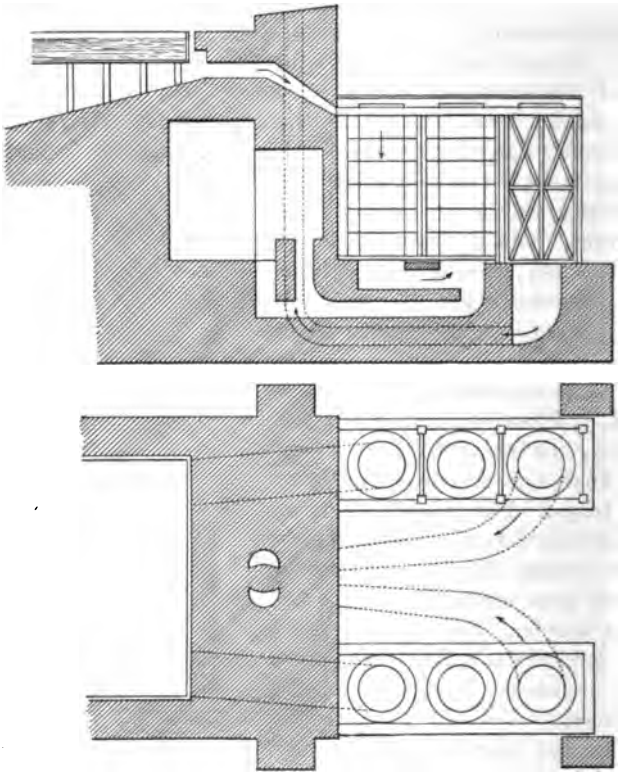
[1]) *C. v. Balzberg* (*Preisschrift*).

Digitized by Google

Die obersten Reihen Hurmanen sind zuerst trocken, die untersten zuletzt.

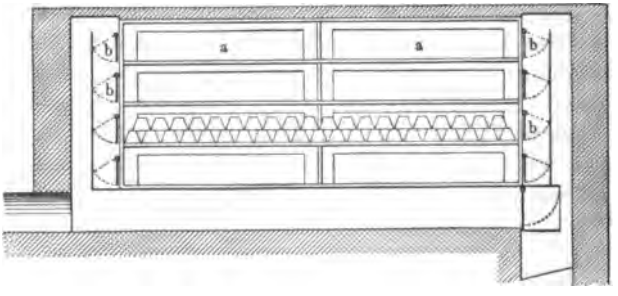
Diese Kanaldarren werden sehr sorgfältig ausgeführt, damit die Wärme möglichst ausgenutzt werden kann. Es wird für möglichst

Fig. 179.



hermetischen Verschluſs gesorgt. Die Thüren werden mit doppelten Deckeln versehen, zwischen denen Schlackenwolle gestopft wird. Die

Fig. 180.



Digitized by Google

oberste Kammer erhält zum Wärmeschutz eine 20 *cm* hohe Aschenschüttung und darüber ein Ziegelsteinpflaster. Die Kammern erhalten eine starke Ummauerung.

Man hat die Dörrräume vergrößert, da die Wärme jetzt bei den Siedepfannen stärker ausgenutzt wird und deshalb die Temperatur in den Darren geringer geworden ist. Dabei ist es besser, die Etagen zu erhöhen und zu vermehren, statt sie zu verlängern, da sonst, wie die Erfahrung gelehrt hat, die letzten Reihen nicht genügend trocken werden [1]).

Um für die Hurmanenherstellung feinkörniges Salz zu erhalten, wird für jeden Salzausschlag 1 bis 2 *Lot* Bienenwachs in die Pfanne geworfen, wodurch eine Hautbildung, also eine höhere Erhitzung, erreicht werden soll. Die Wirkung erscheint bei der geringen Menge zweifelhaft und man ist jetzt meist davon abgekommen.

Das auf diese Weise hergestellte Hurmanensalz ist von vorzüglichem Aussehen. Das sehr feine Salz wird in kaltem Zustande in die mit Kolophonium glatt ausgestrichenen gußeisernen Formen mit Holzschlägeln fest hineingeschlagen und erhält eine schöne, glatte Oberfläche. Es ist sehr haltbar und erträgt den Versand auf der Achse mehr als 100 Meilen weit.

Die Hurmanenbereitung mag sonst nicht zur Nachahmung zu empfehlen sein. Die besonderen örtlichen Verhältnisse und Gewohnheiten der Bewohner rechtfertigen das Verfahren. Da Galizien lange Zeit keine Bahnen hatte und alles Salz auf der Achse verfrachtet wurde, so mußte man in erster Linie darauf bedacht sein, ein sehr festes, versandfähiges Salz zu erzeugen, dessen Größe und Gewicht dem Hausbedarfe entsprach und leicht von den Käufern nachgeprüft werden konnte. Das Stück wurde mit 10 Kreuzern bezahlt.

Rücksichtlich der Wärmeausnutzung ist die Hurmanenbereitung unvorteilhaft. Die Versuche, die Wärme der abziehenden Feuergase zur Vermeidung der bei den kleinen Pfannen sehr hohen Abzugstemperaturen besser durch Vorwärm- und Nachpfannen auszunutzen, schlugen fehl, da die Aufstellung der Pfannen, zwischen Siedepfanne und Dörrkanälen, diesen einen zu großen Teil der Wärme raubte, beim Aufstellen hinter den Darren aber die chlorwasserstoffsäurehaltigen Abzugsgase die Pfannen sehr schnell zerstörten. Die Pfannen werden jetzt 10 bis 12 *m* lang gebaut, so daß die Feuergase bei guter Anlage mit etwa 95 bis 110° *C.* in die Esse abziehen, bei kürzeren Pfannen mit etwa 150° *C.*

Eine Änderung der Trocknung in den Dörrkanälen hat *Przetocki* in Lemberg eingeführt. Das Salz wird auf Fördergestellen aufgestellt und nach und nach aus weniger warmen in heißere Dörrräume geführt, wodurch es schneller und völliger abdörrt und ein kontinuirlicher

[1]) *E. Windakiewicz*, Ö. Z. 1896, 44, 289.

Digitized by Google

Betrieb ermöglicht wird. Man nutzt dabei die Wärme besser aus, und die Abkühlung der Dörrkanäle beim Herausnehmen des Formsalzes wird vermieden. Diese Einrichtung ist in Ischl und Ebensee für Brikettsalz eingeführt.

Zwei gemauerte Dörrkanäle liegen am Ende der Pfanne senkrecht zur Längsachse. An den Enden sind sie durch eiserne Thüren geschlossen. In den Kanälen liegen Schienengleise, auf denen je vier Hunde Platz finden. Diese tragen ein Eisengestell, auf das die Hurmanen oder die Salzbrikette aufgestellt werden. Die Gestelle werden aufserhalb der Kanäle mit Salz besetzt und dann durch die Thür in den Kanal geschoben. Beim Einschieben des fünften Hundes wird der erste Hund mit dem inzwischen getrockneten Salze an der entgegengesetzten Seite durch die Thür herausbefördert und nach dem Magazine gebracht.

Die Dörrkanäle stehen mit darüber liegenden Heizkanälen und unter einander in Verbindung und führen die Abhitze der Pfanne aus den Heizkanälen der Esse zu. Durch Schieber, die in den Verbindungsöffnungen angebracht sind, kann man den Heizstrom so stellen, dafs er weniger die frisch eingeschobenen Gestelle und hauptsächlich die mit fertig zu trocknendem Salze versehenen Gestelle bestreicht. Man kann den Heizstrom beide Kanäle zugleich oder zuerst den einen und dann den anderen bestreichen lassen.

Obgleich die Einrichtung in der Anordnung und Ausnutzung der Wärme zweckmäfsig ist, so wird der Vorteil doch davon abhängen, ob die vielen beweglichen Gestelle in der von Chlorwasserstoffsäure erfüllten Heizgasluft, deren Wärme bis zu 300° *C.* steigt, genügenden Widerstand zu bieten vermögen.

Salzbrikettirung [1]).

Zu Ebensee ist seit längeren Jahren ein Teil des Salzes nicht zu Füderln, sondern mittels Handpressen zu Ziegeln von 5 bis 6 *kg* Gewicht geformt worden. Solche Ziegel lassen sich beim Verladen dichter zusammensetzen als Füderl und geben deshalb auch weniger Bruchsalz. Man bediente sich einer Schraubenpresse mit steilem Gewinde und Drehhebel mit Schwunggewichten (Fig. 181). Am Prefskopf ist eine Metallplatte befestigt, die den Prefsstempel bildet und das feuchte Salz in die mit Messing gefütterte Form fest eindrückt.

In die Formen, die abgerundete Kanten haben, wird das Salz kalt abgetropft eingefüllt, es wird abgestrichen, die Form unter den Prefskolben gestellt und darauf die Presse geschlossen. Die Schraubenspindel wird von einem Arbeiter fest niedergeschraubt und dann mit dem Schwunghebel schnell gelüftet.

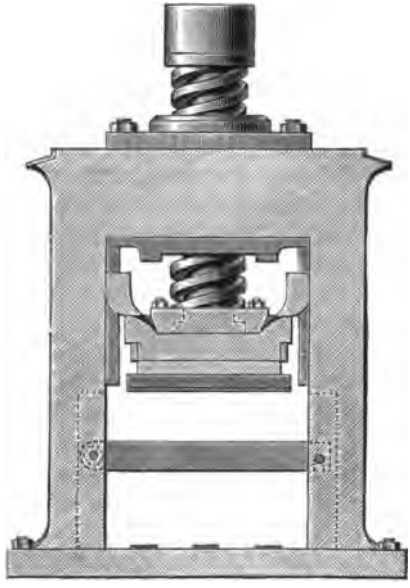
[1]) *Arbesser*, *Ö. Z.* 1891, **39**, 383, 396, 408 u. 419. *A. Aigner*, *Ö. Z.* 1897, **45**, 5; ferner *Leob. J.* 1895, *B.- u. H. Z.* 1895, **54**, 98, *Ö. Z.* 1897, **45**, 139, 156.

Digitized by Google

Mit einer Presse wurden in 24 Stunden 3000 Stück Salzbrikette hergestellt, wobei immer drei Mann zugleich beschäftigt waren. Der eine füllte die Formen, der zweite schob sie unter die Presse und bewegte den Drehhebel ab- und aufwärts und schob die Form dem dritten Arbeiter zu, der sie an einem Holzstocke vom Brikett abzog und dieses mit Hülfe der Bodenplatte auf eine Schiefertafel umkippte und beiseite stellte. Die Brikette wurden auf den Schiefertafeln in den Darren aufgestellt, wo sie in 12 bis 20 Stunden trockneten und festbrannten.

Neuerdings hat man eine maschinelle Salzbrikettirung in vervollkommneter Weise eingeführt und zwar im Jahre 1895 in Ebensee durch *M. Kelb* mit der Brikettpresse von *F. J. Müller* und im Jahre 1896 in Ischl durch *C. v. Balzberg* mit der Brikettpresse von *Ph. Mayer* in Wien [1]).

Fig. 181.



Zur Brikettirung verwendet man gut vorgetrocknetes Salz, das höchstens 2 bis $2^1/_2$ *Pct.* Feuchtigkeit enthält. Es wird auf Planpfannen vorgetrocknet.

Mit der Salzbrikettpresse von *F. J. Müller* in Prag-Bubna werden würfelförmige Brikette von 1 bis 5 *kg* Gewicht hergestellt, von denen erstere 9,5 *cm* Seitenlänge haben. Die oberen und unteren Würfelkanten sind schwach verbrochen und die Flächen mit einer Kreuzeinkerbung versehen, so dafs sich leicht durch Teilung Stücke von 0,5 und 0,25 *kg* Gewicht herstellen lassen. Versuche über die Festigkeit der Brikette ergaben eine mittlere Druckfestigkeit von 5,65 *Atm.* bei einer mittleren Druckkraft von 510 *kg* im Augenblicke des Bruches. Die Gleichartigkeit in der Masse zeigte sich in den gut ausgebildeten Bruchpyramiden. Der Bruch vollzog sich stets plötzlich. Die Festigkeit im Brikett nimmt von der beweglichen Druckfufsplatte der Brikettpresse nach der feststehenden Kopfplatte hin etwas zu, das Kopfende des Würfels ist also etwas fester als das Fufsende. Die Pressung erfolgt ohne Vorpressung mit 54 *Atm.* Akkumulatorendruck, der durch eine Wasserdruckpumpe erzeugt wird. Am Schlusse der Prefsperiode ergab die Beobachtung des dynamischen Druckes des Druckwassers 44 *Atm.* Es werden 12 Brikette zugleich hergestellt.

---

[1]) *Ö. Z.* 1897, **45**, 139, 156, 498. *Pr. Z.* 1896, **44**, 345.

Digitized by Google

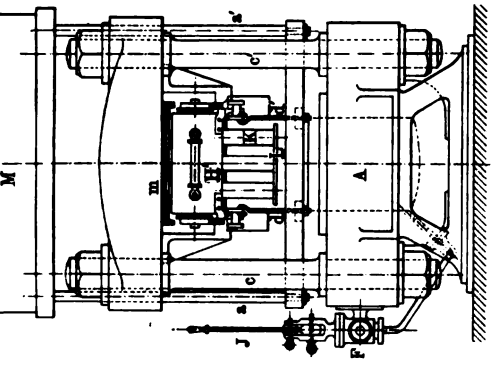
Zu der Salzbrikettpresse gehören ein beweglicher 12zelliger Formkasten, dessen Bodenplatten auf 12 Preſskolben befestigt sind, die auf einer gemeinsamen Bodenplatte stehen, einer in der Mitte der Vorrichtung stehenden Hauptpresse, durch die die Preſskolben in die Zellen gegen eine diese abschlieſsende Platte gedrückt werden und zwei Ausstoſspressen zu beiden Seiten der Hauptpresse, die abwechselnd benutzt werden und auf denen die Brikette mittels der 12 Preſskolben aus den Zellen herausgedrückt werden. Schlieſslich gehört dazu eine Zangenvorrichtung, wodurch die ausgestoſsenen Brikette abgehoben und weggetragen werden.

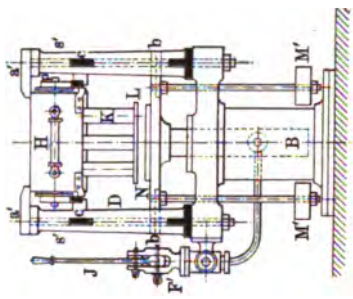
Der Hauptteil der Salzbrikettpresse ist eine vertikale hydraulische Presse A (Fig. 182) mit einem Preſskolben von 360 *mm* Durchmesser und 109,5 *mm* Hub zur Erzeugung von 12 Würfelbriketten bei jedem Preſsgange. Der zugehörige Preſscylinder A steht mit den beiden Ausstoſscylindern B und B_1 auf einer gemeinsamen Grundplatte. Die Preſsplatte R trägt mittels zweier senkrechter Säulen a und a' einen Gewichtskasten M, dessen Belastung so bemessen ist, daſs der Niedergang (Leergang) sich in bestimmtem Verhältnis schneller vollzieht, als der Aufgang (Preſsgang). Er ist 157 *kg* schwer und mit 500 *kg* belastet. Vier kräftige Säulen $c\,c'$ tragen den starken Preſshelm G, an dessen unterer Fläche sich eine 12zellige Matritze m aus Phosphorbronze als Abschluſsplatte befindet, die bei Bedarf leicht ausgewechselt werden kann.

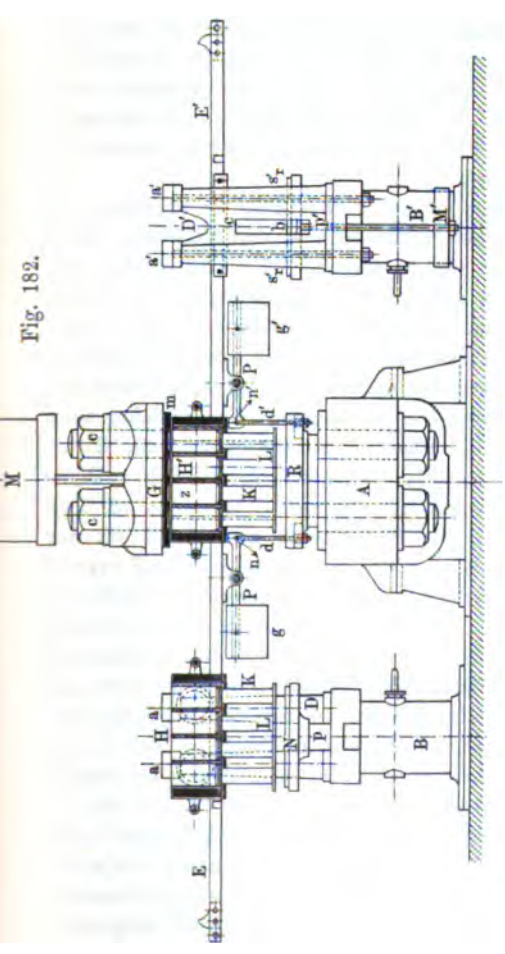
Diese Matritze bildet den oberen Abschluſs des Formkastens H', sobald die Pressung für die 12 Würfelbrikette beginnt. Durch ein Steuerventil F, das sich am Preſscylinder befindet, wird das Druckwasser vom Akkumulator zum Preſscylinder oder rückläufig von diesem zur Hochdruckpumpe geleitet. Ist die Hauptpressung beendigt, so werden die Brikette zu einer der beiden Ausstoſspressen befördert. Zwischen der Hauptpresse und den beiden Ausstoſspressen läuft eine Schienenbahn E und E', auf der der Formkasten in einfacher, schneller Weise von der Hauptpresse zu einer der Ausstoſspressen und umgekehrt befördert wird. Der guſseiserne Formkasten H' ruht auf Rollen, die auf der Schienenbahn laufen. Er hat eine rechteckige Form und ist in 12 gleiche Zellen mit quadratischem Querschnitt eingeteilt. Die Zellenwandungen bestehen aus Phosphorbronze. In diese Zellen Z passen Bodenplatten, die ebenfalls mit Phosphorbronze belegt sind und von denen jede mit einem nach unten reichenden Stempel K versehen ist. Die Preſsstempel haben 90 *mm* Durchmesser und sind zusammen auf der Platte L befestigt, so daſs sie sich mit den Bodenplatten gleichzeitig auf und ab bewegen.

Der nach der Abwägung des Salzes gefüllte Formkasten H' wird unter den Preſshelm geschoben und von den Daumen der vier doppelarmigen Hebel PP' getragen und nach einem mäſsigen Aufgange des Preſskolbens A durch die Hebelgewichte g und g' gegen die Abschluſs-

Digitized by Google







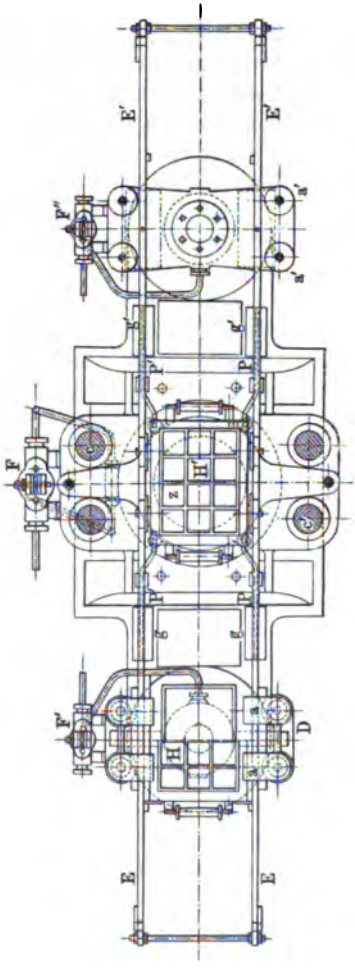


Fig. 182.

Digitized by Google

platte *m* gedrückt. Dann beginnt die Pressung des Salzes dadurch, dafs die 12 Prefsstempel auf der unteren Seite in die 12 Zellen des Formkastens eintreten. Nach Beendigung der Pressung gelangt der Formkasten samt Prefsstempel auf eine der Ausstofspressen, während auf der gegenüberliegenden Ausstofspresse ein leerer Formkasten neu mit Salz gefüllt worden ist. Auf der Ausstofspresse werden die Brikettwürfel so hoch gehoben, dafs sie von den darüber hängenden, aus Aluminium gefertigten Zangen in Gruppen zu je drei Stück erfafst und abgehoben werden können. Mittels der Zangen werden die Brikettwürfel auf die Platten der zu den Darren laufenden Wagen gebracht.

Der volle Hub der Ausstofsstempel ist 186 *mm*. Dieser Weg wird beim Ausstofsen in zwei Sekunden zurückgelegt. Der Niedergang wird durch die beiden Hängegewichte *M'*, *M'* beschleunigt. Der von der Hauptpresse auf der Rollbahn der Ausstofspresse zugefahrene Formkasten wird über der Prefsplatte der Ausstofspresse in passende Stellung gebracht und von den an den Säulen *s s* und *s' s'* befestigten überragenden Hörnern *a a*, *a' a'* festgehalten. Bei jeder Ausstofspresse befindet sich ein Steuerventil *F'*, *F''* womit der Auf- und Niedergang der Prefsplatte und damit der Prefsstempel geregelt wird, sobald der Formkasten richtig eingestellt ist.

Die Arbeit nimmt folgenden Verlauf. Zwei Arbeiter besorgen das Abwägen des Blanksalzes und das Einfüllen in einen Füllkasten. Zum Abwägen dienen zwei geaichte Balancewagen. Der Füllkasten hat 12 Zellen, entsprechend den 12 Zellen des Formkastens und ist unten mit einem Schieber verschlossen. Für jede Ausstofspresse ist immer ein Füllkasten bereit zu halten, so dafs zwei Füllkasten in Gebrauch sind. Ein dritter und vierter Arbeiter setzen den Füllkasten über den noch auf der Ausstofspresse stehenden Formkasten, der Schieber wird zurückgezogen und das Salz fällt in die Zellen des Formkastens. Etwa anhaftendes Salz wird von den Zellwandungen abgestrichen. Diese Abwägung und Verteilung ist so genau, dafs die Fehlergrenze auf 1 *kg* Brikett nur bis 1,008 *kg* geht. Der Formkasten wird dann auf der Schienenbahn unter die Hauptpresse gerollt, wo soeben die Pressung des Salzes in dem vorher von der anderen Seite aufgeschobenen Formkasten beendigt ist, so dafs dieser zur Ausstofspresse geschoben werden mufs. Nach der Einstellung des Formkastens über der Prefsplatte wird der Steuerhebel *J* des Akkumulators gestellt und die Pressung beginnt. Dabei werden die vier Zugstangen *d d'* am unteren Ende frei. Die Gewichte *g g'* drücken die Nasen *n n'* von unten gegen den Formkasten und diesen damit gegen die obere Matritze *m*. Der Hauptdruckstempel macht dann zunächst einen kurzen Leerlauf (30 *mm* in $^1/_2$ Sekunde), erreicht dann die Prefsplatte *L* mit den 12 Stempeln, die gegen das Salz in den Zellen vom Boden her drücken und es aufwärts gegen die Matritze *m* bewegen. Dann beginnt die eigentliche Pressung (um 98 *mm* in 5,8 Sekunden). Darauf wird der Steuerhebel umgestellt

Digitized by Google

und der Preſsstempel senkt sich. Der Formkasten bleibt noch so lange gegen die obere Platte *m* gedrückt, bis die Zugstangen *dd'* von der Preſsplatte mitgenommen werden, so daſs sich der Formkasten etwas senkt. Die Laufrollen erreichen dann das Geleise, auf dem der Formkasten der zugehörigen Ausstoſspresse zugeführt werden kann. Durch die Stellung des Steuerhebels *J* bei *F'* wird die Ausstoſsplatte gehoben und die Brikette werden mittels der Preſsstempel über den Formkasten hinaus gehoben. Diese Vorgänge vollziehen sich abwechselnd auf der rechten und linken Seite der Hauptpresse bei jeder der beiden Ausstoſspressen derart, daſs auf der einen Seite das Ausstoſsen der fertigen Brikette und das Füllen des Formkastens vollzogen wird, während auf der anderen Seite die Arbeit der Hauptpresse ausgeführt wird.

Für die Ausführung der Arbeiten an der Presse hat man folgenden Zeitaufwand beobachtet:

Wägen des Salzes und Füllen eines Füllkastens	—	Min.	8	Sek.,
Füllen des Formkastens und gleichmäſsiges Verteilen des Salzes durch Abstreichen	—	„	10,6	„
Preſsdauer	—	„	6,3	„
Im ganzen von Beginn zu Beginn zweier Preſsperioden:				
auf der rechten Seite	1	„	4	„
auf der linken Seite	—	„	59	„
Der Niedergang des Preſsstempels dauert	—	„	8,2	„
Das Ausstossen der 12 Brikette	—	„	2,0	„

Im Durchschnitt ist zu rechnen, daſs in jeder Minute auf jeder Seite 12 Brikette fertig sind. Bei fünf Mann Bedienung lieferte die Presse in 10 Stunden 15000 Salzbrikette. Der fünfte Mann besorgt mit dem dritten und vierten die Beladung und Abfuhr der Dörrwagen. Jeder dieser Wagen nimmt 500 Brikette auf.

Man hat auch versucht, Formkasten mit nur sechs oder neun Zellen zu verwenden, dann sank die Leistung auf 10000 und 12500 Brikette zu 1 *kg* in der 10stündigen Arbeitszeit. Die Beobachtungen haben ergeben, daſs es im Interesse der Kraftausnutzung nicht zweckmäſsig ist, die Zahl der Zellen über 12 hinaus zu vergröſsern.

Der Wasserbedarf für 1 Brikett ist annähernd 1 *Liter*, jedoch wird das Wasser immer wieder verwendet und es ist nur der Verlust zu ersetzen. Der Kraftaufwand berechnet sich zu 11,2 Pferdestärken (*e*) oder für 1 Würfelbrikett zu 0,95 Pferdestärken. Davon kommen 10,6 *e* auf die Hauptpresse und 0,59, rund 0,6 *e*, auf die Ausstoſspresse.

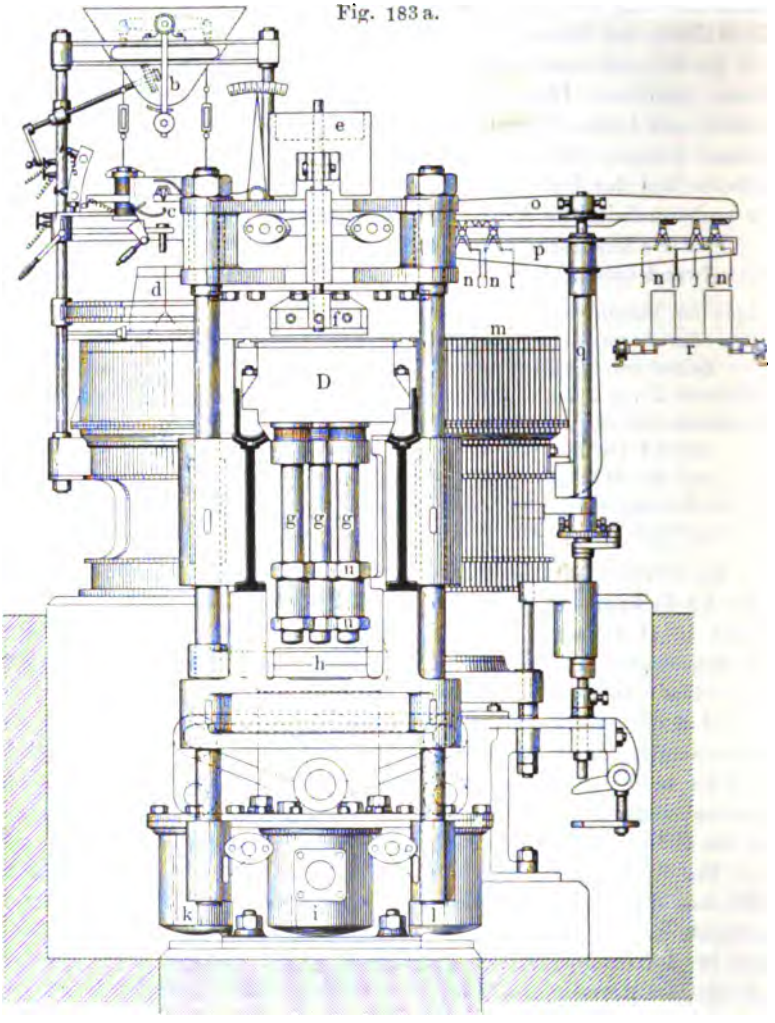
Im Jahre 1896 ist in Ebensee noch eine zweite Brikettpresse aufgestellt worden[1]). Zwischen beiden Pressen steht der Tisch zum Abwägen des Salzes, das mittels einer Transportschnecke zugeführt wird. Man hat noch die Einrichtung getroffen, daſs ein über der Salztransportschnecke angebrachtes Schüttelsieb die Ausscheidung von Ver-

[1]) *Ö. Z.* 1897, 45, 498.

Digitized by Google

unreinigungen, Holzstücken, Splitter, Pfannenkernblättchen und Salzknollen ermöglicht. Dadurch wird eine grofse Genauigkeit im Gewichte der Kilobrikette erreicht. Bei Anwendung des Schüttelsiebes können mit beiden Pressen zusammen in Ebensee täglich 50000 *kg* Salz bri-

Fig. 183a.



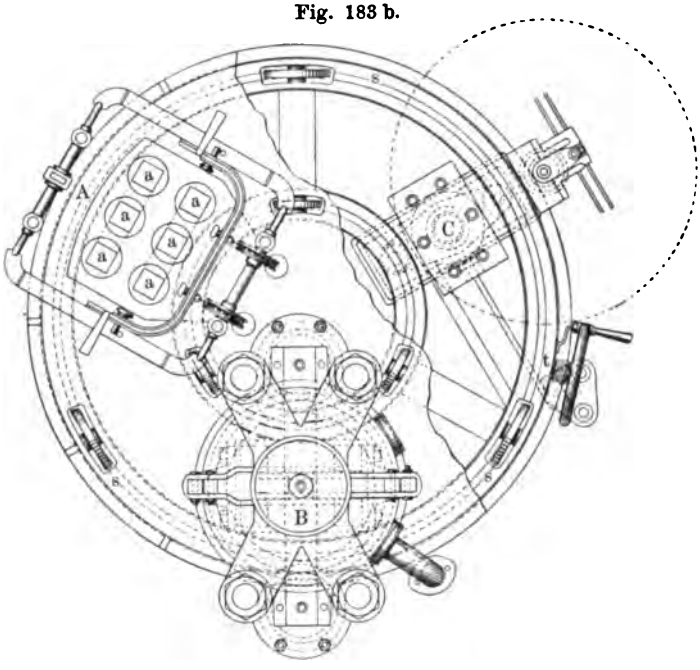
kettirt werden. Auf einer Presse allein lassen sich täglich bis 30000 Stück erzeugen.

Für den Tafelgebrauch stellt man in Ebensee auch kleine, säulenförmige Brikette, von denen fünf auf 1 *kg* gehen, her. Sie lassen sich in entsprechend geformte Salzmühlen einsetzen, die beim Drehen des Fufses körniges Streusalz zum Gebrauch fallen lassen.

Digitized by Google

Etwas anders ist die Einrichtung in Ischl. Hier werden Brikette in Form vierseitiger Säulen in den Abmessungen 7,5 × 7,5 × 15 *cm* bei 1 *kg* Gewicht hergestellt. Auch diese haben abgeschrägte Kanten. Die hierzu von *Ph. Mayer* gelieferte Presse hat sich als gut und leistungsfähig erwiesen. Das Salz durchläuft, wie bei der Einrichtung in Ebensee, drei Stadien, die sich in der Presse nach einander vollziehen, zunächst das Abwägen des Salzes und Füllen des Formkastens, dann das Vor- und Nachpressen des Salzes, endlich das Ausstofsen und Wegtragen der Brikette auf die Transportwagen oder auf ein Transportband.

Fig. 183 b.



Die Presse besteht aus einem Tische *ss* (Fig. 183 b), dessen Platte mittels eines Zahngetriebes *t* drehbar ist. Auf der Platte befinden sich drei Gruppen von Brikettformen *a a* zu je sechs Stück, die an der Peripherie unter Winkeln von 120° gleichmäfsig angeordnet sind, zusammen 18 Formen. Die Formen sind unten durch Stempel *g* geschlossen. Sie erweitern sich nach oben um 1 *mm*. Mittels Muttern *u* lassen sich die Stempel verlängern oder verkürzen. In der Stellung *A* stehen die Stempel am tiefsten, so dafs die Formen völlig offen und zur Salzaufnahme bereit sind. Das Salz wird mittels einer elektromagnetischen, automatischen Wage *b* (Fig. 183 a) (Patent von *C. v. Balzberg*, *D. R.-P.*, Kl. 42, Nr. 82828, vom 2. Oktober 1894) abgewogen und von dieser selbstthätig in die Formen aufgegeben. Dazu dient der mit Schiedwänden versehene Verteiler *d*.

Digitized by Google

Die Wage ist so eingerichtet, dafs sie die Öffnung für das aus dem Trichter *b* in die Wagschale fliefsende Salz in dem Augenblicke schliefst, wo die Wage ein Gewicht von 6 *kg* (für sechs Brikette) anzeigt. Durch den dann geschlossenen Strom wird der untere Verschlufs der Wagschale geöffnet und das Salz fällt in den aus sechs gleichen Trichtern bestehenden Verteiler *d* und aus diesem in die sechs Formen *a*. Sind diese gefüllt, so wird die Gruppe bei *A* mittels des auf Laufrollen beweglichen Tisches in die Stellung *B* gedreht, während die dritte Gruppe von *C* in die Stellung *A*, die von *B* in die Stellung *C* kommt. Bei *B* wird die Pressung in zwei Perioden ausgeführt, nämlich zunächst unter geringem Druck, dann unter starkem Druck. Bevor das Pressen beginnt, senkt sich die den oberen Verschlufs bildende Platte *f* durch den Druck einer kleinen hydraulischen Presse und schliefst die Formen nach oben ab. Zur Ausführung der Hauptpressung dienen drei Cylinder *k*, *l*, *i*, die eine gemeinsame Platte *h* haben. Durch das Aufsteigen der Platte werden die sechs Stempel *g* in die Formen bei *D* geschoben. Während der ersten zwei Dritteile des Weges wirken nur die beiden kleineren Pressen *k* und *l* und der Kolben der grofsen Presse *i* geht leer mit; beim letzten Drittel wirken alle drei Pressen zugleich. Wenn die Pressung beendigt ist, hebt sich die Platte *f* um einige Millimeter und giebt den Tisch frei, zugleich senken sich die drei Kolben der unteren Presse und damit auch die sechs Stempel *g* durch ihr eigenes Gewicht. Der Tisch dreht sich darauf wiederum um 120°, so dafs die sechs Formen mit dem gepreßten Salze in die Stellung *C* gelangen. Hier tritt eine durch eine kleine hydraulische Presse bewegte Ausstofsvorrichtung in Wirkung, wodurch die sechs Stempel die Salzbrikette von unten aus dem Formkasten drücken und bis über die Tischplatte heben, so dafs sie dort frei stehen. Eine bei *C* angebrachte Aufhebevorrichtung ist mit Zangen versehen, mit denen die Salzstücke erfafst und unter einer Drehbewegung auf einen Rollwagen oder auf einen Transportgurt *r* gesetzt werden. Die Aufhebevorrichtung besteht aus einer vertikalen Welle *q*, an der sich der mit Zangen *nn* versehene Arm *p* befindet. Die kurzen Arme dieser Zangen werden in keilförmig verlaufenden Ansätzen des Armes *o* zusammengedrückt. Sobald als die Brikette auf die Tischplatte gehoben sind, senkt sich die Welle *q* etwas und jede der sechs Zangen legt sich an ein Brikett, faßt es dadurch, dafs die Führungsleisten des Armes *o* die kurzen Zangenenden zusammendrücken und bringt bei einer Hebung der Welle *q* und einer Drehung der Arme *p* und *o* um 180° das Brikett auf die Platte *r*. Dort lüften sich die Zangen, lassen die Brikette los, während auf der anderen Seite von neuem sechs Brikette von der anderen Zangengruppe erfafst werden. Dieses Öffnen und Schliefsen der Zangen ist durch eine Rück- und Vorwärtsdrehung des Armes *o* ermöglicht, der auf einer besonderen dünneren Welle in der hohlen Welle *q* beweglich ist.

Digitized by Google

Alle Bewegungen der Presse vollziehen sich selbstthätig und werden durch die periodische Drehung des Tisches veranlafst. Zwei Mann genügen zur Bedienung der Presse. Die Presse arbeitet mit einem Drucke von 85 *Atm.* Die Brikette werden mit einem Enddrucke von 80 *Atm.* gepreſst. Stündlich können 1000 Brikette hergestellt werden. Von der Platte oder dem Transportbande *r* werden die Brikette abgenommen und auf Dörrwagen gebracht, deren jeder 500 Stück aufnimmt. Die Wagen laufen auf einer endlosen Bahn, von der ein Arm in einer Heifsluft-Kanaldarre liegt. Hier werden die Brikette drei Stunden lang einer Temperatur von 150° *C.* ausgesetzt, damit die Oberfläche gebunden wird. Aus den Darren werden sie in die Magazine gefahren, wo sie abkühlen und verpackt werden.

Diese säulenförmigen Brikette sind weniger gleichmäfsig fest, als die kubischen von Ebensee. Die gröfste Druckfestigkeit liegt in etwa $^{73}/_{100}$ der Höhe.

Die Brikette werden in wasserdichtes Papier (Ledrette, Holzleder, Patent von *Carl Lenz* in Wien), Würfel zu je vier, Säulen zu je fünf in ein Packet verpackt, das mit oder ohne Asphaltfirnis- oder Parafinanstrich versehen wird, und die Packete zu je 25 zu Ballen zusammengebunden oder in Kisten verpackt. Diese Verpackung kostet etwa $^1/_2$ *kr.* auf 1 *kg.*

Gegenüber dem Füderlsalz haben die Brikette den Vorzug gröfserer Gleichmäfsigkeit im Gewichte, besseren Aussehens, günstigerer Form für den Massentransport, geringerer Fähigkeit Feuchtigkeit aufzunehmen, kleinerer Form und besserer Teilbarkeit beim Verkauf. Die ziemlich rohe Art der Formgebung mit der Hand bei der Füderlbereitung hat zur Folge, dafs die Stücke ungleichmäfsig in Dichte und Gewicht werden. Für den Massen- und Ferntransport eignen sich die Brikette am besten. Die sorgfältige Verpackung erhält das Salz stets sauber und schützt es bei längerem Lagern vor der Aufnahme von Feuchtigkeit. Bewährt hat sich die Verpackung sogar bei den starken Wasserüberflutungen des Traun im Sommer 1897, von denen die Salinen in Ischl und Ebensee in Mitleidenschaft gezogen worden waren, und wobei die Wasser in die zu ebener Erde liegenden Salzmagazine eingedrungen waren, unter den Salzvorräten gröfsen Schaden angerichtet, die Stöfse aufgeschichteter und verpackter Brikette jedoch fast unbeschädigt gelassen hatten.

Wenn sich dennoch der Einführung des Brikettsalzes an Stelle der Füderl im Handel Schwierigkeiten entgegengestellt haben, so beruht dies wohl hauptsächlich auf der Gewohnheit der Kaufleute, das Füderlsalz in einzelnen Stücken mit darauf vermerktem Preise für das Stück ohne Gewichtsangabe und ohne Nachwiegung dem Käufer zu überlassen, so dafs dieser nicht weifs, wie viel Salz er für das Geld bekommt, während beim Brikett das Gewicht feststeht und Täuschungen ausgeschlossen sind. Beim Konsumenten mag jedoch die gröfsere Festig-

Digitized by Google

keit des Brikettsalzes gegenüber dem Füderlsalz die Beliebtheit des ersteren mindern.

Indessen wird die Verdrängung des Füderlsalzes in Österreich nicht durch Brikettsalz ausschliefslich erfolgen, vielmehr wird auch hier das Publikum sich mehr und mehr an die Verwendung von Blanksalz gewöhnen, was auch für den Fabrikanten infolge geringerer Produktionskosten vorteilhafter ist. Vor 30 Jahren war das Verhältnis zwischen Formsalz- und Blanksalzerzeugung noch etwa 76 zu 24, jetzt ist es schon auf 62 zu 38 herabgegangen. In Steiermark besonders ist das Stöckelsalz noch gesucht.

Für den Verbrauch zu Speisezwecken wird einer Abwägung und Verteilung trockenen, lockeren Salzes und der Einbringung in zweckmäfsige Verpackung, wie dies neuerdings in Schönebeck eingeführt ist (s. S. 698), gegenüber der Brikettirung der Vorzug zu geben sein.

Eine gröfsere Zukunft vielleicht würde der Brikettsalzerzeugung zugesprochen werden können, wenn das den Pfannen entnommene Salz sofort ohne Vortrocknung in den Pressen trocken gepreſst werden könnte, so dafs die Mutterlauge mit den leichter löslichen Salzen sogleich aus dem Salze bis auf einen geringen Prozentgehalt entfernt und nur eine mäfsige Nachtrocknung der fertigen Brikette erforderlich wäre, wie dies für javasches Seesalz in Vorschlag und Ausführung gebracht ist (s. unten). Das jetzige Verfahren, wo ein sorgfältig vorgetrocknetes Salz bei der Brikettirung verwendet werden mufs, ist zu kostspielig, um z. B. in Norddeutschland an Stelle der einfachen Blanksalzerzeugung treten zu können. Für den inländischen Verbrauch käme höchstens die Herstellung kleiner Tafelsalzprismen in Frage, bei denen ein Preisaufschlag zulässig sein würde. Im übrigen werden ganz besondere Verhältnisse, wenn das Salz lange lagern und besonders bei einem Gehalte von leicht zerfliefslichen Salzen vor Feuchtigkeit geschützt werden mufs, die Brikettirung nützlich erscheinen lassen. Insbesondere wird die Brikettirung des Salzes für die Ausfuhr, namentlich in die Kolonialgebiete, auch für norddeutsche Salinen Beachtung verdienen.

Für Salz aus den Meersalinen in Java (zu Sampang, Pamekasan und Soemenepp) hat die holländisch-indische Regierung die Brikettirung eingeführt. Das Salz ist grobkörnig, sieht etwas grau aus und ist stark hygroskopisch. Bei dem hohen Feuchtigkeitsgehalte der Tropenluft neigt es sehr zum Zerfliefsen. Nach den Vorschlägen *C. v. Balzbergs*, die auf Grund einer von der holländisch-indischen Regierung gestellten Preisaufgabe[1]) abgegeben und prämiirt worden sind, soll das Salz durch hydraulische Pressen in Brikettform gebracht, und je nach der Gröfse 4, 9, 16 Stück Salzbrikette von bestimmtem Gewicht zugleich hergestellt werden. Das Salz soll dabei in breiigem Zustande einem Drucke von 200 *Atm.* unterworfen werden, so dafs mit

[1]) *Leob. J.* 1895. *B.- u. H. Z.* 1895, 54, 98.

Digitized by Google

der Mutterlauge auch die hygroskopischen Bestandteile bis auf wenige Prozent entfernt werden. Unter diesem Drucke wird indisches Salz etwa auf die Hälfte des anfänglichen Volumens zusammengepreſst. Die fertigen Brikette werden dann nur mäſsig nachgetrocknet. Die Verpackung ist die oben beschriebene. Zur Bemessung des für ein Brikett erforderlichen Salzbreies ist eine Tabelle berechnet, die nach dem spezifischen Gewichte des Salzbreies den wirklichen Salzgehalt angiebt. Durch einen Regulator und Maſscylinder wird der Salzbrei vermessen und der Presse zugeführt; die Brikette sollen in Gröſsen von 1 *Katti*, $^1/_2$ und $^1/_4$ *Katti* (1 *Katti*, indisches Gewicht = 0,625 *kg*) hergestellt werden, um es für den Kleinhandel geeignet zu machen.

Für die drei javaschen Salzplätze werden 27 Pressen und drei Dampfmaschinen zu je 30 Pferdekräften als erforderlich bezeichnet. Die Kosten der Brikettirung werden auf 0,682 *Cts.* für 1 *kg* Salz berechnet und sind damit geringer, als die der Füderlsalzerzeugung.

Anregung zur Brikettirung hat schon im Jahre 1858 *Fertsch* (Salinenverwalter zu Bolechow in Galizien) gegeben. 1873 wurde ein Projekt von *v. Posch* und *J. Heupel* ausgearbeitet. Die ersten Versuche dazu wurden in Polnisch-Ostrau mit befriedigendem Erfolge ausgeführt, die die Grundlage zur Einführung in Ebensee bildeten, wo zunächst mit Handpressen (s. S. 678) 5 *kg* schwere Brikette hergestellt wurden. Ähnliche Vorschläge wurden 1880 von *Kelb* gemacht und 1891 wurden von *Arbesser* (a. a. O. s. S. 678) die Anforderungen, die an eine Brikettpresse zu stellen sind, näher erörtert, bis 1895 und 1896 die Einführung in Ebensee und Ischl erfolgte [1]).

Nach *Arbesser* soll die Presse bei geringem Erfordernisse an Betriebskraft und Bedienungsmannschaft reichliche Mengen losen Salzes von etwas schwankendem Feinheits- und Feuchtigkeitsgrade auf gleich groſse und möglichst gleich schwere Formstücke von handlicher Form und geringem Gewichte verarbeiten, so daſs bei dem Verkaufe nach Stückzahl auch der Abnehmer nur geringer Mengen von Salz dieses in gefälliger, unveränderter Form und richtiger Gewichtsmenge erhält. Die von der Presse weg noch wenig widerstandsfähigen Formstücke sollen erst durch die Abdörrung eine den mechanischen Einwirkungen bei der Magazinirung und beim Transporte vollkommen entsprechende, aber keine übermäſsige Festigkeit erlangen, damit nicht das Salz ein steinartiges Aussehen erhalte und die Zerkleinerung für den Verbrauch mit einem nur irgend nennenswerten Arbeitsaufwande verbunden sei.

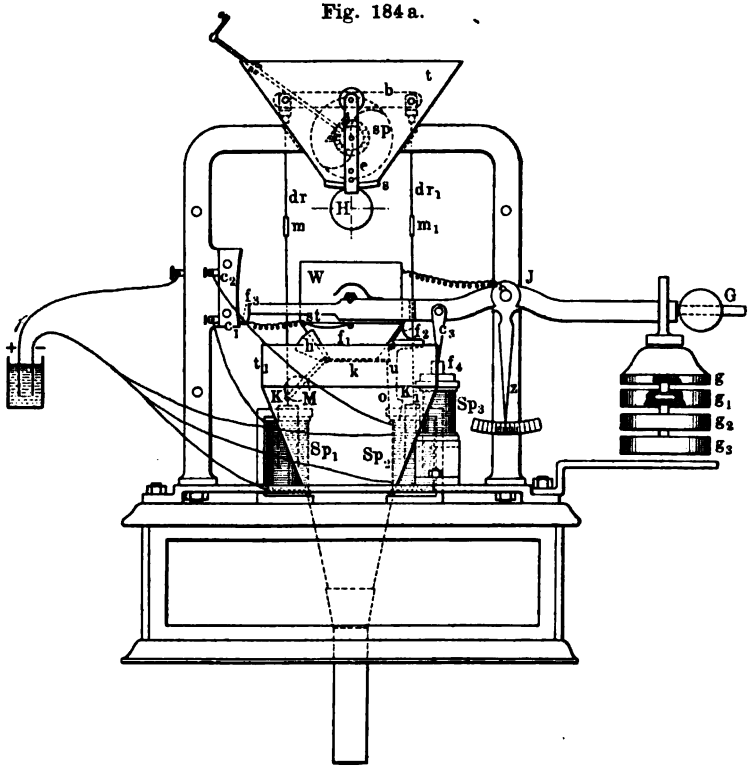
Als handlich wird ein Stückgewicht von 5 *kg* bezeichnet, wobei durch Einkerbungen die Herstellung von Teilstücken zu je 1 *kg* jederzeit leicht und sicher ausgeführt werden kann, die Kanten müssen abgerundet sein. Die in der Kohlen- und Thonindustrie gebräuchlichen Pressen, insbesondere die, wo das Preſsgut in einem Strange zerschnitten

[1]) *A. Aigner*, a. a. O. (s. S. 678).

Digitized by Google

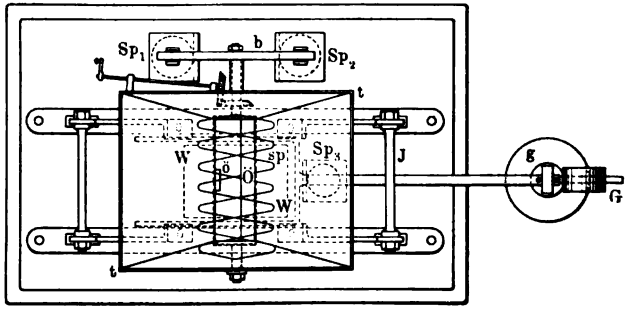
wird, sind nicht geeignet als Salzpressen. Bei der Salzbrikettirung mufs ein möglichst gleiches Stückgewicht erreicht werden, die Formen

Fig. 184a.



müssen also stets gleichmäfsig gefüllt werden, was bei den Kohlenpressen nicht in gleicher Weise erforderlich ist.

Fig. 184b.

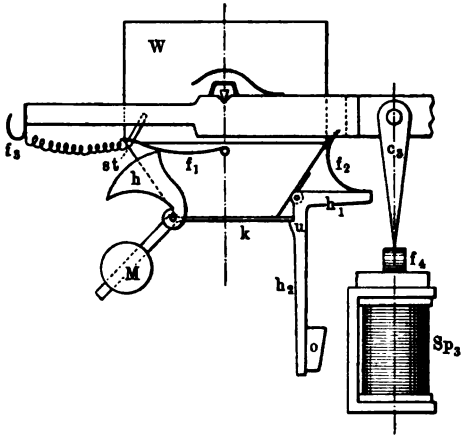


Die für die Abwägungen des Brikettsalzes in Ischl nach *C. v. Balzberg* benutzte elektrisch-automatische Wage wird durch die

Digitized by Google

Fig. 184 a, b und c erläutert. In einer Gabel des um J drehbaren Wagebalkens hängt die Wagschale W, die durch das am anderen Ende des Wagebalkens angebrachte Gewicht G abbalancirt wird. Die Wagschale ist unten durch die Klappe k geschlossen, die durch das Gewicht M abbalancirt und durch die Nase u geschlossen gehalten wird. Ist die Wagschale mit Salz gefüllt und wird die am Winkelhebel $h_1 h_2$ (Fig. 184 c) befindliche Nase u weggezogen, so öffnet sich die Klappe k und das Salz fällt in den darunter hängenden Trichter t_1 und in den Formkasten. Dieses Wegziehen des Hebels h_2 geschieht im Augenblicke des Gleichgewichtes der Wage durch den Elektromagneten Sp_3 mittels des Ankers o, indem durch Berührung des Stiftes c_3 ein Kontakt mit f_4 hergestellt und dadurch der elektrische Stromkreis geschlossen wird, der den Magneten elektrisch macht. Hebt sich nach der schnell erfolgenden Entleerung die Wagschale wieder, so schliefst sich die Klappe k vermöge des Gewichtes M, der Anker o wird frei, da der Kontakt bei f_4 unterbrochen wird und die Nase u greift unter dem Einflusse der auf den Hebelarm h_1 drückenden Feder f_2 wieder unter die Verschlufsklappe.

Fig. 184 c.



Die Füllung der Wagschale W wird durch ein Kettengewicht g, g_1, g_2, g_3 abgeglichen, das sich in dem Mafse von der Tragplatte abhebt und zur Wirkung kommt, wie die Wagschale gefüllt wird. Dadurch wird eine möglichst gleichmäfsige Senkuug der Wage und eine sehr genaue Einwägung erreicht. Die Wage tritt dabei ohne Schwankungen in den Gleichgewichtszustand. Der Zulauf des Salzes in die Wagschale wird selbstthätig durch den Wagebalken mittels elektrischer Kontakte bewirkt. Das Salz wird mittels Schnecke dem über der Wagschale angebrachten Trichter t zugeführt. Zur Zerkleinerung von zusammenbackendem Material ist eine Drahtspirale sp (Fig. 184 b) angebracht, die mechanisch oder mit der Hand bewegt werden kann. Der Trichter hat unten eine gröfsere Öffnung $\ddot{O}$ (Fig. 184 b) auf der einen Seite und eine kleinere $\ddot{o}$ auf der anderen Seite des Bodens. Beide Öffnungen werden durch den an der Schwinge e hängenden Schieber s geschlossen. Die Gleichgewichtslage des Schiebers s, wobei die beiden Öffnungen zugleich geschlossen sind, wird durch das Ge-

Digitized by Google

wicht H ermöglicht. Rückt der Schieber nach links, so wird die gröfsere Öffnung frei, rückt er nach rechts, so wird die kleinere Öffnung frei und läfst Salz in die Wagschale fallen. Die Einrichtung ist so getroffen, dafs zu Beginn der Füllung die grofse Öffnung frei wird, durch die schnell eine gröfsere Menge Salz in die Wagschale fällt, dafs dann die kleinere Öffnung frei, die grofse aber geschlossen wird, und nur noch wenig Salz bis zur Erreichung des Gleichgewichtes in die Wagschale fällt. Im Augenblicke des Gleichgewichtes, nach richtiger Füllung, schliefst sich auch die kleine Öffnung, so dafs kein Salz mehr in die Wagschale fallen kann. Diese Bewegung des Schiebers s wird durch zwei Solenoide Sp_1 und Sp_2 hervorgerufen, die, je nachdem sie elektrisch bewegt werden, die Kerne K und K_1 abwärts ziehen und mittels der Drahtzüge dr und dr_1 den mit der Schwinge e verbundenen Hebel b nach der einen oder anderen Seite bewegen. Durch die Schraubenschlösser m und m_1 lassen sich die beiden Zugdrähte genau einstellen. Treten die Solenoide aufser Thätigkeit, so schliefst sich der Schieber s in der Gleichgewichtslage. Der Stromschlufs wird nun von dem Wagebalken aus über f_3 durch die Kontakte c_2 und c_1 bewirkt. Ist die Wagschale leer und der Wagebalken über der Gleichgewichtslage, so wirkt der Kontakt c_2 derart, dafs das Solenoid Sp_2 in Thätigkeit tritt und die gröfsere Öffnung durch Wegziehen des Schiebers nach links frei giebt; sinkt der Wagebalken, so tritt der Kontakt c_2 aufser Wirkung und der Kontakt c_1 in Wirkung. Dieser läfst das Solenoid Sp_1 in Thätigkeit treten, so dafs der Schieber s nach der anderen Seite schwingt und die kleinere Öffnung frei giebt. In der Gleichgewichtslage des Wagebalkens wird der Kontakt mit f_3 ganz unterbrochen und die Solenoide treten aufser Thätigkeit. Damit nicht in dem Augenblicke, wo die Gleichgewichtslage hergestellt und die Klappe k der Wagschale geöffnet ist, f_3 noch in Kontakt mit c_1 bleibt, ist der von der Batterie durch den Wagebalken geführte elektrische Strom nicht unmittelbar nach f_3 geführt, sondern der Kontakt f_3 ist isolirt am Wagebalken befestigt und der Strom läuft über die Feder f_1, die auf dem mit f_3 verbundenen Stifte st ruht. So lange die Klappe k geöffnet ist, drückt der Kreissektor h die Feder f_1 vom Stifte st ab, so dafs der Strom unterbrochen ist und kein Salz mehr in die Wagschale fallen kann.

Die Abwägungen werden auf diese Weise sehr genau. Man erkennt jedoch, dafs bei dieser Einrichtung nur ein gut getrocknetes, lockeres und knollenfreies Salz verwendet werden kann.

Die Wage wird sich auch zur gleichmäfsigen Abwägung feinen Tafelsalzes, zur Füllung von Büchsen (s. S. 698) benutzen lassen.

Salzsieberei.

Im Handel wünscht man lockeres Salz von möglichst gleichmäfsigem Korn, was bei den gebräuchlichen grofsen Pfannen nicht leicht zu

Digitized by Google

erreichen ist. Die Sooltemperatur ist an verschiedenen Stellen der Pfannen verschieden und unterscheidet sich um mehrere Grade. Pfannen, die über dem Feuer eine Siedetemperatur der Soole von 109° zeigen, haben an den Borden nur eine Temperatur von etwa 105°. Nicht nur die Führung der Feuergase unter der Pfanne, auch der Zutritt abkühlender Luft an den Borden sind von Einfluſs und bewirken, daſs kein gleichmäſsiges Korn fällt. Während beim Feinsalz durch fortgesetztes Krücken ein einigermaſsen gleichmäſsiges Gemisch erreicht wird, ist der Unterschied der Körnung bei der Grobsalzbereitung weit gröſser, da die Pfanne erst nach längerem, ruhigem Stehen entleert wird, die Soole infolge dessen auch weit gröſsere Temperaturunterschiede aufweist. Ferner wünscht man ein möglichst klares, brockenfreies Salz, andererseits wird in einzelnen Fällen auch möglichst brockenreiches Salz gewünscht.

Das Salz kann also nicht immer so, wie es von der Trockenpfanne in die Magazine geschafft wird, abgesetzt werden. Die Brockenbildung verhütet man zum Teil durch die Art des Trocknungsverfahrens (Centrifugen-, Teller-, Tücher-, Trommeltrocknung). Man wendet mitunter Walzen an, um damit auf den Trockenpfannen die Brocken zu zerkleinern, zerkleinert auch wohl nach dem Magaziniren des Salzes die hauptsächlich an die Ränder der Sturzhaufen rollenden Brocken durch Überwalzen. Auf einigen Salinen läſst man das mit Becherwerk in die Magazine beförderte Salz noch durch ein Walzenpaar laufen und erhält auf diese Weise brockenfreies Salz. Wo man maschinelle Kräfte nicht zur Verfügung hat, begnügt man sich damit, den besonderen Anforderungen der Abnehmer dadurch gerecht zu werden, daſs man Salz durch Holzfegen stürzt oder wirft. Man erhält dann die Brocken gesondert, die dem Viehsalz beigegeben werden, da sie bei der Denaturirung des Viehsalzes in den Mischapparaten zerdrückt werden, oder auch für solche Abnehmer anderem Salze beigemischt werden, die besonders brockenreiches Salz wünschen. Die Holzfegen bestehen aus einem Roste von Holzleisten mit Längsfugen, der von einem Holzrahmen gehalten wird und entweder zum Durchwerfen des Salzes auf Füſsen in geneigter Lage, damit die Brocken abrollen, aufgestellt oder unter den Sturzöffnungen, durch die das Salz in die Magazine gestürzt wird, in geneigter Lage aufgehängt wird. Solche Salzfegen sind in Dürrenberg z. B. 3,5 *m* lang und 0,85 *m* breit, haben oben und an den beiden Längsseiten einen 20 *cm* hohen Rahmen, die kantigen Holzroststäbe sind oben 25 *mm*, unten 15 *mm* breit und 25 *mm* stark, die Fugen 20 *mm* breit. Sie stehen oder hängen mit etwa 35° Neigung.

Um aus Grobsalz das mitgefallene feinere Salz auszuhalten, bedient man sich ebenfalls derartiger Holzfegen, durch die man das Salz mit der Schaufel wirft, um Salz von möglichst gleichmäſsigem, grobem Korn zu erhalten.

Auch mit der Hand auf einem Holzrahmen hin und her zu

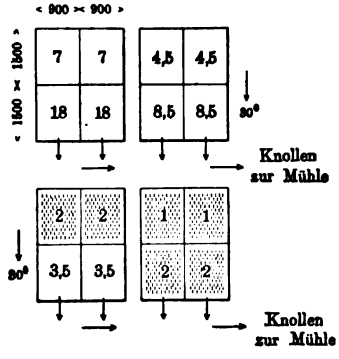
Digitized by Google

bewegende Siebschlitten wendet man zum Durchfegen des Salzes an (z. B. bayerische Salinen) oder mechanisch bewegliche Schüttelsiebe (Friedrichshall).

Wenn Salz mit Denaturirungsmitteln gemischt werden soll, mufs es nach der Bestimmung der steueramtlichen Vorschriften durch Salzfegen mit zweckentsprechend gelochtem Siebnetz geworfen werden, damit eine möglichst gleichmäfsige Mischung entsteht.

Sorgfältiger verfährt man bei der Einrichtung vollständiger Siebereien, wie auf dem Salzwerke und der Saline zu Heilbronn. Dort hat man vier Stofssiebe aus verzinntem Eisenblech aufgestellt. Die Siebe sind je 3 *m* lang und 1,8 *m* breit und liegen um 30° geneigt. Sie sind in der Längsrichtung geteilt und haben in der oberen und unteren Hälfte verschiedene Lochung. Für Salz von mehr als 2 *mm* Kornstärke sind die Siebbleche 2 *mm* stark und haben Rundlochung, für Kornstärken von 2 *mm* und darunter sind die Siebbleche 1 *mm* stark und haben Längslochung, da sich bei dem feinen Salz runde Löcher zu leicht verstopfen würden. Von den vier Sieben liegen je zwei hinter einander und neben einander (Fig. 185). Das erste Sieb für gröbstes Salz hat in der oberen Hälfte 7 *mm* Lochung für schwach mittelgrobes Salz, in der unteren Hälfte 18 *mm* Lochung für Grobsalz, das zweite daneben liegende Sieb in der oberen Hälfte 4,5 *mm* Lochung für mittelkörniges Salz, in der unteren Hälfte 8,5 *mm* für stark mittelgrobes Salz, das dritte Sieb in der oberen Hälfte 2 *mm* Langlochung für Feinsalz, in der unteren Hälfte 3,5 *mm* Rundlochung für stark mittelfeines Salz, das vierte in der oberen Hälfte 1 *mm* Langlochung für Tafelsalz, in der unteren Hälfte 2 *mm* Langlochung für schwach mittelfeines Salz. Die an den unteren Enden der Siebe abgehenden Knollen werden auf einer Mühle zerkleinert.

Fig. 185.



Vermahlen von Siedesalz.

Salzmühlen für Siedesalz dienen in der Regel dazu, die Salzknollen zu zerkleinern. Eine Salzmühle mit vertikalen eisernen Mahlscheiben in Verbindung mit einer Siebtrommel zeigt die Fig. 186. Solch eine Mühle steht in Salzungen unter dem Stürzboden und ist unter der Decke des Magazins verlagert. Das Salz wird durch den Aufgebetrichter in die Siebtrommel gestürzt, die Knollen werden ausgehalten und gelangen zwischen die Mahlscheiben, von denen sich die eine mit der

Digitized by Google

Siebtrommel bewegt, während die andere fest liegt. Die Drehung wird vom Sturzboden aus durch Riemenübertragung und Kurbel mit der Hand bewirkt.

Zuweilen wird man auch die Salzkrystalle zerkleinern wollen, um feines Tafelsalz zu bereiten. Zu Stotternheim bedient man sich dazu einer eisernen Mühle mit stählernen Mahlkränzen (Fig. 187). Der 103 *cm* weite, 57,5 *cm* hohe Aufgebetrichter *a* liegt über dem Fufsboden des Salzmagazins, so dafs das Salz leicht hineingestürzt werden kann. Ein innerer Kegel *b* führt das Salz zwischen die Mahlkränze *cc*. Diese lassen sich nach Bedarf und nach der gewünsch-

Fig. 186.

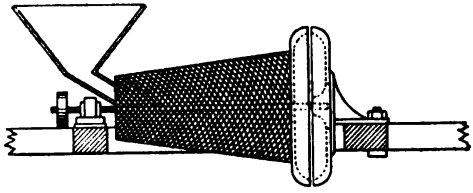
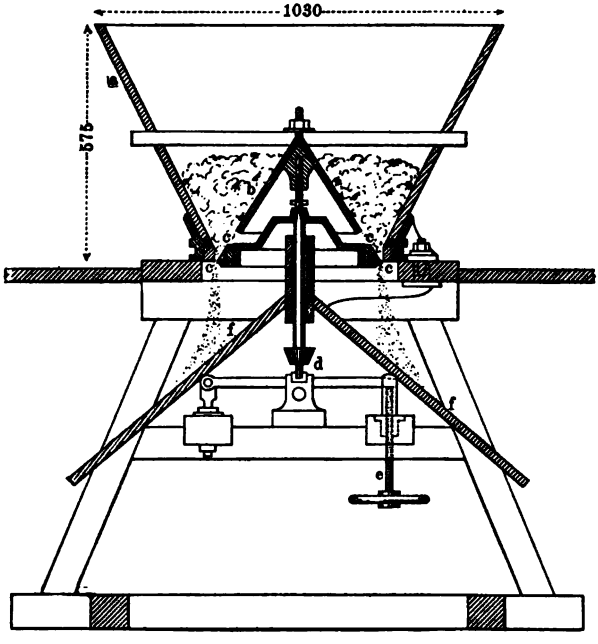


Fig. 187.



ten Feinheit des Salzes einander nähern, wenn mit der Schraube *e* das Fufslager *d* angehoben wird. Das Salz fällt auf die Rutschen *f* und kann in dem unteren Magazinraume verpackt werden, oder wird durch Elevatoren wieder in den oberen Lagerraum befördert.

Derartiges in Mühlen zerkleinertes Siedesalz wird nicht dasselbe glänzende Aussehen haben, wie unmittelbar aus der Pfanne gewonnenes Feinsalz, auch ist es nicht so voluminös, wie ungemahlenes Salz, so dafs

Digitized by Google

die Säcke bei gleicher Gewichtsmenge weniger gefüllt sind, was von den Abnehmern ungern gesehen wird.

In England bereitet man aus den *lumps* (s. S. 655) durch Vermahlen ein sehr feines Tafelsalz. Auf den dazu verwendeten Mühlen lassen sich in drei Minuten 1 *t lumps* zerreiben.

In Aussee werden Füderl, die zu geringes Gewicht haben, vermahlen und es wird Mahlsalz daraus hergestellt. Auch die Händler vermahlen wohl die Füderl, wenn von den Abnehmern gemahlenes Salz verlangt wird.

Pfannenstein wird mitunter auf Quetschmühlen vermahlen, dient dann auch zum Auftauen von Eis, da er wesentlich billiger ist als Salz (100 *kg* kosten 1 bis 1,50 *Mk.*).

Denaturirung des Salzes.

Zur Bereitung von Vieh- und Gewerbesalz werden mit Rücksicht auf die Besteuerung des Speisesalzes im Deutschen Reiche die S. 348 u. f. bezeichneten Stoffe zugesetzt. Annähernd 10 *Pct.* des im Deutschen Reiche erzeugten Salzes wird zu Viehsalz denaturirt, als Gewerbesalz wird weit weniger abgesetzt, da hierbei das Steinsalz den Absatzmarkt beherrscht.

Salz und Denaturirungsmittel werden genau nach dem vorgeschriebenen Verhältnisse abgewogen und gut unter einander gemischt.

Wird ohne maschinelle Vorrichtungen gemischt, so breitet man das Salz in einer Schicht aus, streut die Denaturirungsmittel darüber, schaufelt mit Salzschaufeln um und wirft es in Haufen zusammen. Das Salz wird danach zur besseren Vermischung und zur Ausscheidung von Salzbrocken durch Salzfegen geworfen und kann dann versandt werden. Dergleichen Salzfegen haben entweder ein Drahtnetz, oder, da dieses leicht rostet und bricht, besser ein Gitter aus Eisenstäben. In Dürrenberg hat z. B. solch eine Salzfege von 2,5 *m* Länge und 0,75 *m* Breite ein Gitter aus 10 *mm* starken Rundeisenstäben mit 15 *mm* Fugenweite.

Leichter und besser zu mischen ist das Salz in Mühlen (Glockenmühlen, Quetschmühlen), in denen die Salzbrocken zerdrückt werden. Das abgewogene Salz wird mit den Denaturirungsmitteln in den Aufgaberäumen über einander geschichtet und mit der Schaufel auf die Mühle gegeben. Ein Becherwerk führt das gemahlene Salz einer Drahtsiebtrommel mit 5 *mm* Maschenweite zu, die schwach geneigt ist, das Salz beim Drehen durch die Siebmaschen fallen läfst und die ausgehaltenen kleineren Brocken am unteren Ende einer im Mischraume endigenden Abfalllutte zuführt. Die kleinen Knorpel können von neuem auf die Mühle aufgegeben werden oder sie werden aufgesammelt und auf die Halde gefahren, da sie zumeist aus kleineren Pfannensteinstücken bestehen und wertlos sind. Ein Hammer führt auf die Trommel

Digitized by Google

bei der Drehung Schläge, damit sich das Drahtnetz nicht zusetzt (Dürrenberg).

Das Mischen in Mühlen ist deshalb zweckmäfsig, da zum Viehsalz auch die ersten Ausschläge aus den Pfannen, das Krücksalz, verwendet wird, das beim Trocknen auf den Trockenpfannen zu sehr festen Klumpen zusammenbackt, die sich mit gewöhnlichen Mitteln nicht zerkleinern lassen. Hat man nur eine Mischvorrichtung, so wird man diese für die Viehsalzbereitung verwenden und die geringen Mengen Gewerbesalz mit der Hand mischen, da es sich in den Apparaten für die Viehsalzmischung durch das als Denaturirungsmittel dienende Eisenoxyd rot färben würde, was für die betreffenden Zwecke nicht immer zulässig ist.

Das denaturirte Viehsalz ist in der Farbe oft sehr verschieden, je nach der Feinheit des Kornes und der Trockenheit. Zieht das Salz beim Lagern Feuchtigkeit an, so erhält es ein dunkleres Rot. Scharf getrocknetes, von Nebensalzen möglichst freies und gleich nach dem Trocknen denaturirtes Salz behält eine hellrote Farbe, während anderes Salz nachdunkelt. Von den Abnehmern wird die hellere Färbung gewöhnlich bevorzugt. Die Steuerverwaltung hat jedoch darauf zu achten, dafs die Denaturirung möglichst gleichmäfsig und nicht zu hell in der Färbung ausfällt.

Magaziniren, Verpacken und Verladen des Salzes.

Das lockere Salz wird in den gewöhnlich durch Holzverschläge in einzelne Kammern geteilten und mit Holzverschalung bekleideten Magazinen auf Haufen gestürzt, so dafs, je nach der augenblicklichen Stärke des Absatzes, die Kammern auf Vorrat gefüllt werden, oder sogleich von dem frisch magazinirten Salze verwogen und verpackt wird.

Man richtet mitunter die Magazine und Kammern so ein, dafs man je nach der Füllung die Menge des abgeschlichtet lagernden Salzes abschätzen kann. Solche Kammern fassen 100 *t* Salz und mehr. Zur Beförderung des Salzes in die Magazine dienen häufig maschinelle Vorrichtungen: Becherwerke, Leinwandbänder ohne Ende, Luftbahnen, Schienengeleise, Haspelaufzüge, hydraulische und Dampfaufzüge.

Lose wird das Blanksalz selten versandt, gewöhnlich wird es verpackt. Als Verpackung dienen meist billige Jutesäcke, seltener Wergsäcke oder Tonnen. Für überseeischen Transport wendet man häufiger Holztonnen an (Schönebeck, Bernburg). Von Jutesäcken nimmt man bei den deutschen Salinen als geringste zulässige Qualität neununzige[1]), mit einer Fassung von 50, 62,5 und 75, seltener 25 oder 100 *kg*, bei Fässern von 150 und 200 *kg*. Dergleichen Säcke sind aus

[1]) D. h. ein Stück von 40 *engl. Zoll* (1,016 *m*) Länge und 36 *engl. Zoll* (91,4 *cm*) Breite wiegt 9 *Unzen* (9 *Ounces* = 255,15 *g*).

Digitized by Google

dem Stoffe Hessian *A* 18 9 ons gefertigt, bestehen aus einem Stücke, so dafs sie nur eine Seiten- und eine Quernaht haben, und sind mit Kopfsaum und umgelegter Maschinennaht gearbeitet. Sie sind mit gutem Bindfaden oder starkem Zwirn fest genäht, damit sie nicht aufreifsen. Sie kosten 25 bis 50 *Pf.* und wiegen je nach der Gröfse 320 bis 530 *g* das Stück. Wergsäcke sind um etwa 10 *Pf.* teurer.

Die Säcke sind z. B. für $^1/_1$ *Ctr.* Packung 1,22 bis 1,28 *m* lang, 54 bis 45 *cm* breit, für $^5/_4$ *Ctr.* Packung 1,15 bis 1,17 *m* lang, 64 *cm* breit, für $^2/_1$ *Ctr.* Packung 1,28 *m* lang, 75 *cm* breit. Sie werden gewöhnlich oben zu einem Kropfe mit Bindfaden zugeschnürt, der mittels Packernadel wiederholt und kreuzweise durch das Kropfende durchgezogen, dann um den Kropf gewickelt, danach geknotet und mit Bleiplombe versehen wird. Einzelne Abnehmer wünschen möglichst kurze Sackkröpfe, damit der Sack hoch angefüllt aussieht. Zu lange Enden werden dann in den Kropf eingeschlagen. Im südlichen Bayern wünscht man z. B. an einigen Orten sehr schmale lange, recht fest gestopfte Säcke. Für die Ausfuhr nach tropischen Ländern (z. B. in Schönebeck nach dem afrikanischen deutschen Kolonialgebiete) werden die Säcke (Ballen zu 40 *kg*) zugenäht und in zwei Zipfeln (zum leichteren Anheben) gebunden (Fig. 188).

Fig. 188.

Zur Ausfuhr nach nordischen Ländern (Dänemark, Skandinavien, Lappland, Finnland) verpackt man entweder in Säcke, die mit einem Kropfe zugeschnürt sind, oder in Fässer aus Buchenholz von 150 *kg* Inhalt bei gewöhnlichem Siedesalz, und 200 *kg* Inhalt bei feinstem Tafelsalz. Sie sind doppelwandig und entweder cylindrisch oder bäuchig geformt und werden mit Papier ausgelegt. Die einzelnen Dauben bestehen aus 3 bis 4 *mm* starken Brettern, die zur Deckung der Fugen versetzt über einander liegen und von fünf etwa 6 *cm* hohen, 3 bis 4 *mm* starken Holzbändern gehalten werden. Diese sind mit eisernen Stiften befestigt. Derartige Fässer sind 91 *cm* hoch und 55 *cm* weit und kosten etwa 1 *Mk.* 80 *Pf.* das Stück.

Tafelsalz wird mitunter von den Händlern in kleinen Papierdüten verpackt.

In England verpackt man das zu Tafelsalz vermahlene Lumpsalz in dichten Calicosäcken, auch in Flaschen und Töpfen.

In Schönebeck verpackt man feinstes Tafelsalz (s. S. 636) in Pappbüchsen von $^1/_2$ und 1 *kg* Fassung, die etwa 4,5 *Pf.* das Stück kosten. Das abgewogene Salz wird mittels eines der Weite der Büchse entsprechenden Trichters eingefüllt und mit einem Holzstempel soweit hineingedrückt, dafs die Büchse eben gefüllt ist. Der Rand des übergreifenden Deckels wird mit einem Papierbande mit der Büchse verklebt. Die Büchsen werden in Kisten zu je 50 *kg* Fassung verpackt.

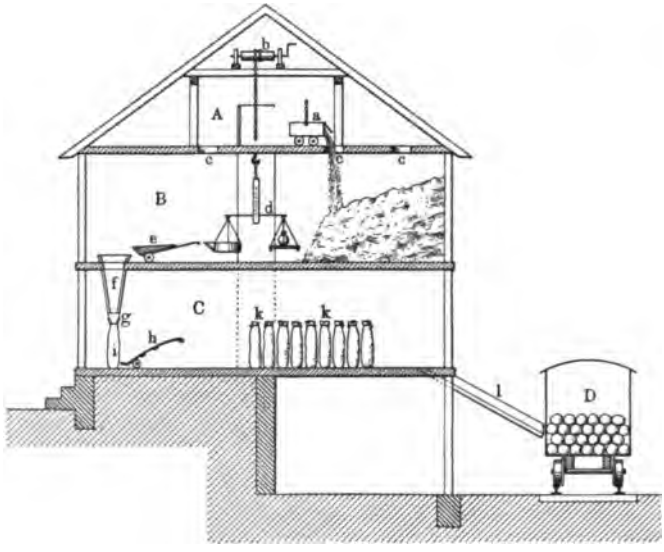
Wird in Säcken im Magazine selbst verpackt, so wendet man einen hölzernen oder kupfernen Fülltrichter an, durch den man das Salz in

Digitized by Google

den Sack schaufelt. Häufig wiegt man das Salz vor dem Einpacken ab (Nettoverwiegung). Dazu dienen eiserne Balkenwagen mit Schalen aus Pontonblech, von denen die eine eine ganze Sackfüllung aufnimmt und mit Ausgufs versehen ist, durch den das Salz aus der Wagschale mittels Fülltrichters sogleich in den Sack geschüttet wird.

Sehr bequem für die Verpackung ist die Lage der Magazine und Verladegeleise auf der königlich preufsischen Saline Dürrenberg (Fig. 189). Das Salz wird von der Trockenpfanne in kleinen 50 *kg* fassenden, auf breiten Rädern laufenden hölzernen Kübelwagen (*a*) mittels eines im oberen Dachgebälk aufgestellten Handhaspels (*b*) mit eiserner Kette durch den mit Brettern verschlagenen Haspelschacht auf

Fig. 189.



den über den Magazinen liegenden Kübelboden (*A*) gezogen (gekübelt) und durch Öffnungen (*c*) im Boden, die mit Deckeln verschlossen werden können, in die Magazinkammern (*B*) gestürzt, die sich über den Trockenpfannen und den daneben liegenden Packräumen (*C*) befinden. Das Salz wird in den Magazinkammern auf einer Balkenwage (*d*) abgewogen und in einen kleinen flachen, hölzernen, einrädrigen Schiebkarren (*e*) geschüttet. Mit diesem wird das Salz in den Fülltrichter (*f*) gestürzt, der vom Boden des Magazins in den Packraum führt und oben so weit ist, dafs nichts von dem abgewogenen Salze daneben fällt. Unten hat der Trichter einen kupfernen Ansatz (*g*) annähernd von der Weite der Sacköffnung. Der Fülltrichter steht so weit über dem Boden des Packraumes, wie der Höhe der Sackfüllung etwa entspricht. Der Arbeiter zieht den oberen Rand des Sackes (*i*) genügend hoch über das Trichterende und giebt durch Anschlagen an den Trichter mit einem

Digitized by Google

Holze dem im Magazine befindlichen Arbeiter ein Zeichen zum Einstürzen des Salzes. Das Salz sackt sich, wenn der Sack weit genug ist, durch den Sturz sogleich genügend fest zusammen. Bei sehr schmalen Säcken und frisch getrocknetem lockeren Salze mufs der Sack einigemale aufgestaucht werden, um die Füllung aufzunehmen. Der gefüllte Sack wird auf einen kleinen einrädrigen Sackwagen (*h*) gelegt und an die Stelle des Packraumes gefahren, wo die Säcke (*k*) verschnürt werden sollen. Das Versacken geht auf diese Weise sehr schnell. Eine Packerabteilung von sieben Mann versackt in einer Stunde gegen 100 *Ctr.* Salz in ebenso viel Säcke. Zwei Mann schaufeln in der Kammer das Salz in die Wagschale, ein verantwortlicher Obmann hält die Wage und beobachtet die richtige Abwägung, zwei fahren abwechselnd das abgewogene Salz zum Fülltrichter und stürzen es in die untergehaltenen Säcke, zwei halten abwechselnd die Säcke unter die Fülltrichter und fahren sie ab, haben auch noch Zeit, den Bindfaden zum Zuschnüren mit Kreuzstich durch den Sackkropf zu ziehen. Danach werden die Säcke verschnürt, plombirt, und auf einer hölzernen Rutsche (*l*) in die tiefer stehenden Eisenbahnwagen (*D*) befördert, wo die Säcke lang über einander gelegt oder aufrecht neben einander gestellt werden.

Wenn man Deckenbahnen zur Salzbeförderung benutzt, wendet man Aufzüge an, die mit Hängeschienen versehen sind. Diese schliefsen sich an die Deckenbahn des Trockenraumes und an die Deckenbahn des Stürzbodens über den Magazinen an (Schönebeck).

Das innerhalb 24 Stunden in einem Werke (etwa 200 *Ctr.*) ersottene Salz liegt 24 Stunden auf der Abtropfbühne, 24 Stunden auf der Trockenpfanne, ist in fünf bis sechs Stunden magazinirt und in weiteren fünf bis sechs Stunden fertig verpackt und verladen, also in etwa 80 bis 85 Stunden versandfertig. Bei Anwendung der Centrifugentrocknung erhält man schon in etwa 30 Stunden ein Werk versandfertig.

Zum Verschnüren der Säcke nimmt man zur Unterscheidung der Salzsorten verschiedenfarbigen, grauen, blauen und roten Bindfaden, je nach Wunsch der Abnehmer.

In den verdeckten Eisenbahnwagen legt man das Salz auf eine Unterlage von Stroh oder trockenem Schilf, damit es auf den nicht immer sauberen oder trockenen Böden der Eisenbahnwagen keinen Schmutz und keine Feuchtigkeit aufnimmt. Die Wagenthüren werden mit Bleiplombenverschlufs und, wenn das Salz unter Steuerkontrolle vom Empfänger entgegengenommen werden mufs, mit steueramtlicher Plombe versehen.

Wo Bruttoverwiegung üblich ist, stellt man die gefüllten Salzsäcke zur Abwägung, die von Steuerbeamten kontrollirt wird, auf Decimalwagen. Das festgestellte durchschnittliche Sackgewicht wird zur Ermittelung der Salzmenge abgerechnet.

Digitized by Google

Bei der Verladung in Schiffe, z. B. beim englischen Lumpsalz, bedeckt man Boden und Seitenwände sorgfältig mit Matten aus Stroh, auch werden zwischen jede Salzlage Matten gelegt.

Der überseeische Transport und die längere Aufbewahrung des Salzes in Ländern mit tropischer Witterung, wo die Luft einen hohen Feuchtigkeitsgehalt hat und die hygroskopische Beschaffenheit des mit Mutterlaugensalzen versetzten Salzes besonders nachteilig zur Geltung kommt, ist eine vor Feuchtigkeit schützende Verpackung erwünscht. Für das beste Verpackungsverfahren ist im Jahre 1890 von der holländischen Regierung ein Preis ausgesetzt gewesen, der unter 188 Preisbewerbern *C. v. Balzberg* in Ischl zuerkannt worden ist[1]). Die gestellten Anforderungen waren folgende.

Die Verpackung muſs jeder Einwirkung des Salzes widerstehen, darf das Salz nicht verunreinigen, ihm weder einen Beigeschmack noch Geruch mitteilen. Die Verpackung muſs vollständige Steifigkeit besitzen, damit sich das Salz auch bei einiger Feuchtigkeit eine geraume Zeit, mindestens zwei Jahre lang, gut aufbewahren läſst. Die Packete müssen mit einem geeigneten Verschluſs versehen sein und das Öffnen der Packete darf nicht möglich werden, ohne daſs es am Verschlusse sichtbar wird. Das Salz darf nach dem Schlieſsen der Packete nicht mehr durch Feuchtigkeit dem Zerflieſsen anheimfallen. Die Salzpackete müssen für den Inhalt einer Menge von 1 *kg* berechnet und ohne voraufgehende Wägung des Salzes gefüllt werden, so daſs der Inhalt der Packete mit dem Gewichte von 1 *kg* übereinstimmt. Eine Verpackung in Mengen von 5, 10 und 25 *kg* kann vorgesehen werden. Der Ausführung des Verpackens hat ein zweckmäſsiges Trocknungsverfahren voraufzugehen, da sich gut getrocknetes Salz besser aufbewahren läſst. Die Kosten des Verpackens mit Füllen und Trocknen dürfen bei einem jährlichen Umsatze von 75150 *t* Salz 3 *Cent* für das Kilogramm nicht übersteigen.

Für die Bedeutung des Einflusses des Tropenklimas auf die Feuchtigkeit des Salzes haben *Dr. Mertens* in Soerabaja und *Dr. Th. van Buren* festgestellt, daſs auch völlig reines Salz sehr hygroskopisch ist, sobald der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft (gemessen am Haarhygrometer von *Richard*) die Grenze von 72 *Pzt.* bei einer Temperatur von 25 bis 30° *C.* erreicht und überschreitet, unter dieser Grenze jedoch nasses, aber reines Salz sämmtliches Wasser wieder an die Luft abgiebt. Für das Meersalz von Java liegt der Gleichgewichtspunkt schon bei 64 *Pzt.* relativer Feuchtigkeit, es trocknet jedoch nicht aus, sondern hält 5 bis 6 *Pzt.* hartnäckig zurück, das nur bei höherer Temperatur ausgetrieben werden kann. (Der mittlere Feuchtigkeitsgehalt der Luft war 1891 in Batavia $^{833}/_{1000}$, die mittlere Temperatur 25,78 bis 26° *C.*) *C. v. Balzberg* schlägt die Herstellung von Briketten vor

[1]) *B.- u. H. Z.* 1895, **54**, 98.

Digitized by Google

(s. S. 688), die keiner Verpackung bedürfen, im übrigen das Trocknen des Salzes in Cylindern (Schönebecker Verfahren) oder in Centrifugen unter Anwendung von Dampf zum Reinigen und warmer Trockenluft. Zum Abmessen des Salzes dient eine maschinelle Vorrichtung in Gestalt eines verstellbaren Regulators, der an dem Fülltrichter angebracht ist. Unter den Fülltrichter werden die Papierdüten zur Anfüllung automatisch zu- und abgeführt. Diese Düten bestehen aus Papiermasse (Holzleder, Patent von *Carl Lenz* in Wien), das auch in Österreich zur Salzverpackung benutzt wird. Die Nähte werden mit einer Auflösung von Schellack in Spiritus verklebt. Für die drei holländischen Meersalinen in Java werden die Aufstellung von 60 *Fesca*schen Centrifugen, 15 Meßeinrichtungen mit Zubehör, Dampfmaschinen von zusammen 180 Pferdekräften für erforderlich bezeichnet. Die Kosten der Verpackung berechnen sich auf 2,4437 *Cent* für 1 *kg* Salz. Für die Ausfuhr nach den Kolonialgebieten sind diese Vorschläge auch für deutsche Salinen beachtenswert.

Leistung beim Siedebetriebe.

Beim Salzsieden entsteht immer einiger Salzverlust, der je nach der Zusammensetzung der Soole und nach dem Verfahren und den Betriebseinrichtungen verschieden ist. Teils wird Salz mit der Soole verspritzt, wird auch mit den Dämpfen weggeführt[1]) oder geht durch Lecke verloren, wobei sich die Soole im Herdboden verzieht. Ein großer Teil Salz geht in die Siedeabfälle (Schaum, Salzschlamm Pfannenstein, Kehrsalz) oder bleibt in der rückständigen Mutterlauge für die Kochsalzgewinnung ungenützt. Je unreiner die Soole, desto mehr Siedeabfälle werden fallen, und desto mehr Mutterlauge wird auszuhalten sein. Je reichhaltiger die Soole, um so kürzer dauert die Verdampfungsperiode und um so weniger ist Gelegenheit zu Verlusten gegeben.

Je größer der Wassergehalt, um so mehr wird der Siedeverlust scheinbar verringert, wenn der Verlust auf die Flüssigkeitsmenge bezogen wird. Man berechnet das Ausbringen, indem man das versandfähige Salz auf die Rohsalzmenge in der versottenen Soole bezieht, und bezeichnet den Unterschied zwischen beiden als Siedeverlust. Der Siedeverlust beträgt bei starken, reinen Soolen 4 bis 6, bei schwachen, unreinen Soolen bis 15 *Pzt.*

Nach einjährigem Durchschnitt betrug z. B. der Siedeverlust zu Schönebeck 9,48, zu Stafsfurt 7,84, zu Halle 7,88, zu Dürrenberg 10,45, zu Artern 9,79, zu Kösen 6,92, zu Königsborn 11,25, zu Neusalzwerk 14,18 *Pzt.*, auf den bayerischen Salinen zu Reichenhall, Traunstein und Rosenheim 8 *Pzt.*

---

[1]) *Lersch, Hydrochemie* 1864, S. 596.

Digitized by Google

Wichtig ist es, die Menge des Brennmaterials festzustellen, die zur Gewinnung einer gewissen Menge Salz verwendet werden muſs, da hiernach die Zweckmäſsigkeit und Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zu beurteilen ist. Nach älteren Angaben sind z. B. zur Gewinnung von 100 *kg* magazinfertigem Salz folgende Mengen Brennstoff aufgewendet worden.

	Salz in der Soole *Pzt.*	Brennstoff *kg*	Berechnet auf Holz *cbm*
Zu Schönebeck	24,13	128,18 Braunkohle	0,230
„ Staſsfurt	23,55	168,15 „	0,300
„ Halle	20,83	181,05 „	0,272
„ Dürrenberg	24,76	158,92 „	0,240
„ Artern	25,00	191,51 „	0,254
„ Kösen	22,71	163,23 „	0,246
„ Königsborn	22,68	50,10 Steinkohle	—
„ Neusalzwerk	17,98	55,94 „	—
„ Wimpfen	26,00	50 bis 75 „	—
„ Münster am Stein . . .	18,11	55,05 „	—
„ Schwäbisch-Hall	25,00	—	0,177
„ Ebensee	24,50	—	0,153
„ Ischl	24,50	—	0,158
„ Hallstadt	24,50	—	0,152
„ Aussee	25,00	—	0,180
„ Hallein	24,36	—	0,188
„ Ebensee	24,50	50,40 Braunkohle	—
„ Rappenau	26,00	43,10 Steinkohle	—

Wie sehr der Brennmaterialverbrauch abhängig ist von den Siedeeinrichtungen, besonders der Art der Befeuerung und Führung der Heizgase, zeigt folgende Zusammenstellung von Ergebnissen einer oberösterreichischen Sudanlage (Graf *Kolowrat*-Sudhaus zu Ischl[1]), wo man von den früher gebräuchlichen runden Pfannen mit Holzfeuerung auf Planrosten zu rechteckigen Pfannen, Holzpultfeuerung und Verbesserungen in der Ausnutzung der Heizgase übergegangen ist.

100 *kg* Salz zu ersieden erforderten im Jahre:

1778	0,367	Raummeter	weiches	Holz,
1785	0,356	„	„	„
1788	0,337	„	„	„
1792	0,345	„	„	„
1833	0,253	„	„	„
1843	0,216	„	„	„
1853	0,223	„	„	„
1863	0,208	„	„	„
1873	0,215	„	„	„

[1]) *C. v. Balzberg, Preisschrift.*

Digitized by Google

Bei Anwendung von Halbgasfeuerung erzielte man gegenüber Holzpultfeuerung bei mehreren Versuchskampagnen folgendes. 100 *kg* Salz erforderten bei

Pultfeuerung	Gasfeuerung
0,294 *cbm*	0,200 *cbm* weiches Holz.

In Dürrenberg rechnet man auf 100 *kg* Magazinsalz bei Treppenrostfeuerung einen Verbrauch an klarer, erdiger sächsischer Braunkohle von 2,07 *hl* (zu etwa 70 *kg*) = rund 145 *kg* zur Versiedung einer 23,334 *pzt.* Soole mit 275 *kg* Rohsalz im Kubikmeter und rechnet davon 0,69 *hl* auf die Störperiode und 1,38 *hl* auf die Soggeperiode. Der Verbrauch nimmt bei höherem Salzgehalt der Soole ab, bei geringerem Salzgehalte zu. Man bestimmt ihn durch die Formel

$$C = 0{,}630\,\frac{W}{K},$$

wobei C der Kohlenverbrauch in Hektoliter, W die Wassermenge, K die Salzmenge, beide nach Kilogramm im Kubikmeter Soole bedeutet. Die Formel ist nur zu überschläglicher Ermittelung innerhalb nicht allzu weit aus einander liegender Gehaltsgrenzen anwendbar.

In Schönebeck werden auf 100 *kg* Salz aus einer Soole von 306 *kg* im Kubikmeter durchschnittlich 2,37 *hl* Braunkohle verbraucht, das sind (1 *hl* = 70 *kg*) rund 166 *kg*.

Man bestimmt ferner zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Siedeeinrichtungen die Salzmenge, die in einer Zeiteinheit auf eine Flächeneinheit der Siedepfanne erzeugt wird, z. B. wie viel Salz an einem Siedetage (= 24 Stunden) auf 1 *qm* der Pfannenbodenfläche fällt. Man hat dabei folgende Ergebnisse berechnet. Es wurden in 24 Stunden erzeugt

zu	auf 1 *qm* Pfannenbodenfläche
Schönebeck	75,6 *kg*,
Staßfurt	82,4 „
Halle	63,8 „
Dürrenberg	87,1 „
Artern	55,8 „
Kösen	58,3 „
Neusalzwerk	17,2 „
Hallein	95,0 „
Ebensee	75,7 „
Hallstadt	119,3 „
Ischl	85,0 „
Aussee	87,6 „

Die auf die Einheit der Pfannenfläche gewonnene Salzmenge ist sehr verschieden, je nachdem man leichte oder schwere Soole, reine oder unreine Soole versiedet, je nachdem man feines oder gröberes Salz

Digitized by Google

erzeugt, ist verschieden je nach der Feuerungsanlage und nach der Gröfse der Pfannen und der Art des Verfahrens.

Nach *Behne* können, wenn man den Soolstand in den Soggepfannen nach dem jedesmaligen Salzauszuge durch Nachschlagen von garer Soole wieder herstellt, bei der Verarbeitung gut soggender Soolen in 24 Stunden auf 1 *qm* Pfannenbodenfläche gesotten werden:

Mildes, feinkörniges Salz	100 bis 120 *kg*,
Scharfes, krystallinisches Salz . . .	90 „ 95 „
Mittelgrobes Salz	38 „ 40 „
Grobkörniges Salz	24 „ 25 „

In Dürrenberg erzeugt man bei Pfannen von 80 bis 120 *qm* Bodenfläche im Jahresdurchschnitt auf einen Siedetag und 1 *qm* Pfannenfläche 95 bis 97 *kg* Salz, davon etwa $^1/_4$ *Pzt.* mittelgrobes, das übrige feines Salz. Im Siedehause Huyssen zu Schönebeck erzeugt man in zwei Feinsalzpfannen zu je 116 *qm*, zwei Mittelsalzpfannen zu je 38 *qm*, zwei Grobsalzpfannen zu je 91,2 *qm* Bodenfläche bei besonderer Störpfanne, von der die übrigen Pfannen mit garer Soole gespeist werden, in 24 Stunden auf das Quadratmeter Pfannenfläche (ohne Berücksichtigung der Störpfannenfläche) in den

Feinsalzpfannen . . .	110 *kg*,
Mittelsalzpfannen . .	20 „ dreitägiges Salz,
Grobsalzpfannen . . .	10 „ sechs- bis achttägiges Salz.

Die Jahresleistung einer Pfanne hängt davon ab, wie oft der regelmäfsige Siedebetrieb zum Ausschöpfen der Mutterlauge, Ausbrechen des Steines und Ausbessern der Pfanne unterbrochen werden mufs. In Dürrenberg dauert, im Durchschnitt auf die Einheit der Pfannenfläche berechnet (nach den Ergebnissen mehrerer Jahre)

die Siedezeit	262 Tage,
die Zeit für kleine Kaltlager	35 „
die Zeit für grofse Kaltlager	68 „

wobei zu bemerken ist, dafs jede Pfanne jährlich zu Hauptausbesserungen etwa einen Monat kalt zu liegen hat, so dafs jede Pfanne mindestens 300 Siedetage aufweisen kann. Nach der Zahl der Siedetage richtet sich die Zahl der ersottenen Werke. Ein Werk liefert in Dürrenberg durchschnittlich 9900 *kg* Salz. Im Siedehause Huyssen zu Schönebeck liefern die Feinsalzpfannen je 288 Werke, die Mittelsalzpfannen je 96 Werke, die Grobsalzpfannen je 41 Werke im Jahre.

Man beurteilt ferner die Leistung nach der Menge des auf der Pfannenfläche in der Zeiteinheit (24 Stunden) verdampften Wassers. Auf das Quadratmeter Pfannenfläche wurden z. B. in einem Siedetage an Wasser verdampft zu

Schönebeck	0,252 *cbm*,	Dürrenberg	0,280 *cbm*,
Stafsfurt	0,280 „	Artern	0,181 „
Halle	0,266 „	Kösen	0,207 „

Digitized by Google

Die Verdampfung ist verschieden, je nachdem Feinsalz oder gröberes Salz erzeugt wird, ist stärker in der Störperiode, schwächer in der Soggeperiode. Die Verdampfungsfähigkeit nimmt bei Anreicherung der Soole ab.

Zur Beurteilung des wirtschaftlichen Erfolges ist ferner von Bedeutung, festzustellen, wie viel Salz jährlich auf den Kopf der beschäftigten Arbeiter erzeugt wird, und wie viel an Arbeitslöhnen zu zahlen ist. Auf den Salinen des Salzkammergutes sind z. B. bei einer Produktion von 79800 *t* Salz 1050 Arbeiter beschäftigt, so dafs auf einen Arbeiter 76496 *kg* Salz fallen. Auf vielen Salinen, besonders wo schwache Soole noch gradirt und nicht gesättigte Soole versotten wird, ist die Leistung geringer. In Königsborn, wo 4 *pzt.* Soole benutzt wird, betrug die Leistung auf den Kopf 26300 *kg*. Auf den preufsischen Staatswerken wurden 1891 folgende Mengen Siedesalz auf den Kopf der Arbeiterschaft erzeugt:

Saline zu	Schönebeck	167895 *kg*,
„ „	Dürrenberg	133112 „
„ „	Artern	129440 „
„ „	Erfurt	128833 „
„ „	Inowrazlaw	180461 „
„ „	Neusalzwerk	60542 „
„ „	Stetten	201125 „
„ „	Sooden	105730 „

Bei einer Produktion der sämmtlichen Salinen Preufsens von 265549376 *kg* und 1849 beschäftigten Arbeitern, kommt auf den Kopf der Arbeiterschaft eine Salzmenge von 143618 *kg*. Gegen frühere Jahre, wo mit weniger gesättigter Soole gearbeitet wurde, ist die Leistung wesentlich höher. 1858 betrug sie auf den preufsischen Salinen nur 69050 *kg*, 1874 dagegen 147000 *kg*. Ein Rückgang in den letzten Jahren ist durch Abkürzung der Arbeitszeiten, Einführung von Ruhesonntagen, besonders auf den Staatssalinen, herbeigeführt.

Andere und zur Beurteilung der Leistung bessere Zahlen erhält man, wenn man nur die unmittelbar bei der Siedung und Magazinirung des Salzes beschäftigten Arbeiter berücksichtigt. So kommen auf einen Siedearbeiter (Sieder, Schürer, Salzkübler oder Salzträger) im Jahre:

	In Dürrenberg *kg* Salz	In Schönebeck *kg* Salz
1888	484260	460550
1889	469981	466900
1892	386638[1])	470150[2])
1893	389597	480150

[1]) Die geringere Leistung seit 1892 rührt von der im Interesse der Arbeiter geschehenen Einführung gleichmäfsiger Arbeitszeiten und längerer Sonntagspausen her.

[2]) Die Steigerung ist auf vorteilhaftere Betriebsweise, besonders die Inbetriebnahme des Siedehauses Huyssen zurückzuführen.

Digitized by Google

Um 100 *kg* Salz zu sieden und fertig getrocknet in die Magazine zu bringen, kann man an Löhnen je nach den Einrichtungen 18 bis 25 *Pf.* rechnen. Zu der Belegung einer Pfanne von 100 *qm* Bodenfläche bei einer Feinsalzproduktion von 10000 *kg* in 24 Stunden gehören etwa acht oder neun Mann, zwei Schürer, vier Sieder, zwei oder drei Salzträger oder Salzkübler. Liegen Pfannen und Feuerungen zusammen, so sind weniger Arbeiter erforderlich.

Die Zweckmäfsigkeit einer Pfannenanlage beurteilt man auch nach dem Eisenaufwande, der erforderlichen Menge von Pfannenblech und Nieten, die zu den laufenden und aufserordentlichen Ausbesserungen verwendet werden. Nach einem mehrjährigen Durchschnitt verbraucht man z. B. in Dürrenberg auf 1000 *kg* Salz 0,486 *kg* Pfannenblech und Niete.

Sehr wichtig für die Beurteilung der Zweckmäfsigkeit einer Siedeanlage, besonders bei hohen Brennstoffpreisen, ist die Berechnung der bei der Salzgewinnung nutzbar gemachten Wärmemenge.

Man hat dabei die Wasserverdampfungsfähigkeit des Brennstoffes und die zur Verdampfung des Wassers in der Soole theoretisch erforderliche Wärmemenge mit dem wirklichen Brennstoffaufwande zu vergleichen. Während man bei gewöhnlichen Dampfkesselanlagen im günstigsten Falle 75 bis 80 *Pzt.* des Heizwertes des Brennstoffes, im Durchschnitt nur 65 bis 70 *Pzt.* ausnutzt, übersteigt die Ausnutzung des Heizwertes des Brennstoffes bei den Siedeanlagen oft noch um 10 bis 12 *Pzt.* die Leistung der Dampfkesselfeuerung. Die Wärmeverluste werden veranlafst durch die grofse Verdampfungsfläche, zu der mit zu erwärmende abkühlende Luft Zutritt hat, durch die Wärmeausstrahlung des breiten Pfannenherdes, die Notwendigkeit, oft mit grofsem Luftüberschufs arbeiten zu müssen, um wie bei der Dörrung der Füderl rauchfreie Verbrennungsgase zu erhalten, ferner durch den Verlust der Wärme, die im ausgeschlagenen sich abkühlenden Salze, in den Siedeabfällen und der zurückbleibenden Mutterlauge enthalten ist, und endlich durch den Verlust an Wärme in den abziehenden Rauchgasen, die zur Erzeugung des Essenzuges erforderlich ist.

Aus einer bei 18,75° *C.* gesättigten Soole von 26,626 *Pzt.* sind, wie die Tabelle S. 44 ergiebt, 860,602 *kg* Wasser im Kubikmeter zu verdampfen, oder, da in 1 *cbm* 342,335 *kg* Salz enthalten sind, auf 1 *kg* Salz 2,514 *kg* Wasser. Um 1 *kg* Wasser von 0° zu verdampfen, sind 637 Wärmeeinheiten (Kalorien) erforderlich, um 1 *kg* Salz aus Soole von 18,75° *C.* darzustellen, 618,25 × 2,514 = 1554 Wärmeeinheiten für die Wasserverdampfung erforderlich. Für die Erwärmung von 1 *kg* Salz um 90° würden, da die spezifische Wärme des Salzes 0,555 ist, noch etwa 50 *Kal.* erforderlich sein, zusammen demnach 1604 *Kal.* Auf österreichischen Salinen (z. B. Ischl) rechnet man 1766 *Kal.* auf 1 *kg* Salzerzeugung aus 26,6 *pzt.* (gesättigter) Soole. Die Erwärmung von 1 *kg* Soole von 18,75 auf 108,75° *C.* erfordert, da die spezifische Wärme der

Digitized by Google

gesättigten Soole 0,8771 ist, 79 *Kal.*, und da auf 1 *kg* Salz 3,514 *kg* Soole kommen, auf 1 *kg* Salzerzeugung 79 × 3,514 = 278 *Kal.*, für die Wasserverdampfung also 1326 *Kal.*

Sind zur Erzeugung von 100 *kg* Kochsalz 176600 Wärmeeinheiten erforderlich, so bestimmt sich der Nutzeffekt N nach der Formel

$$N = \frac{176600 \times 100}{c \times m},$$

wobei c der absolute Wärmeeffekt des Brennmaterials und m die zur Erzeugung von 100 *kg* Salz erforderliche Gewichtsmenge an Brennstoff in Kilogrammen ist.

Ist z. B. der Brennwert 2703,1 *Kal.* (Traunthaler Lignit) und erfordern 100 *kg* Salz 78,18 *kg* Kohle (Ischl 1886), so ist

$$N = \frac{17660000}{2703{,}1 \times 78{,}18} = 83{,}6 \text{ vom Hundert.}$$

Theoretisch würden mit 100 *kg* jener Kohle $\frac{270310}{1766} = 153$ *kg* Salz erzeugt werden müssen. Es sind jedoch nur 127,9 *kg* gewonnen. Die berechnete Ausnutzung ist als ziemlich hoch anzusehen.

Die in Dürrenberg verwendete sächsische Braunkohle (von der Grube bei Tollwitz) hat einen Heizwert von 2434 *Kal.* (1 Tonne = 2,196 *hl* zu 70 *kg* = 153,72 *kg* verdampft 0,5874 *cbm* Wasser; 1 *kg* demnach 3,821 *kg* Wasser). In Wirklichkeit sind nach dem Durchschnitt mehrerer Jahre auf 1 *kg* Kohle bei der Siedung und Trocknung 2,465 *kg* Wasser verdampft. Der Effekt ist also nur 64,5 *Pzt.*

Den Heizwert des Brennstoffs bestimmt man nach einer Analyse der Bestandteile mit Anwendung der *Dulong*schen Formel

$$H = \frac{1}{100}\left[8140c + 34500\left(h - \frac{o}{8}\right)\right],$$

wo c die Prozente Kohlenstoff, h die Prozente Wasserstoff, o die Prozente Sauerstoff bedeuten, oder wenn s, die Prozente Schwefel in der Kohle, mit berücksichtigt werden soll, auch nach der Formel

$$H = 81c + 342\left(h - \frac{1}{8}o\right) + 25s$$

(auf flüssiges Wasser von 0° als Verbrennungsprodukt von Wasserstoff und Sauerstoff bezogen).

Der Feuchtigkeitsgehalt der Kohle ist mit zu berücksichtigen.

Traunthaler Stückkohle enthält z. B.:

C = 37,88
H = 3,63
O = 18,71
Asche = 11,04
Wasser = 28,74.

Digitized by Google

18,71 Sauerstoff erfordern $\frac{1}{8} O =$

2,34 Wasserstoff zur Wasserbildung, das sind zusammen

21,05 Wasser, es bleiben also 1,29 freier Wasserstoff.

Es ist demnach

$$H = \frac{1}{100}\left[8140 \times 37{,}88 + 34\,500\,(3{,}63 - 2{,}34)\right] = 3528\ \textit{Kal.}$$

Abzurechnen ist die zur Verdampfung des Wassergehaltes erforderliche Wärmemenge

28,74 freies Wasser,
21,05 gebundenes Wasser,

$49{,}79 \times \frac{637}{100} =$ . . . . . 317 „

Als Heizwert verbleiben. . . . . 3211 *Kal.*

Der Heizwert der Brennstoffe ist sehr verschieden und dementsprechend auch der Aufwand bei der Versiedung.

Es liefert z. B.

1 *kg*	Braunkohle	von	Albersdorf . . .	3923 *Kal.*,
1 „	„	„	Dux	5238 „
1 „	Steinkohle	„	Zwickau	7008 „
1 „	Anthracit	„	Langenbrahm . .	7692 „
1 „	„	„	Pörtingsiepen . .	7975 „
Lufttrockenes Holz liefert etwa				2800 „

Je nachdem leichtere oder schwerere Soole versotten wird, ist mehr oder weniger Wasser zu verdampfen.

Um 1 *kg* Salz darzustellen, sind bei Soolen mit 15 und mehr *Pzt.* Salz die auf der Tabelle (S. 710) stehenden Wassermengen zu verdampfen und Wärmeeinheiten aufzuwenden, wenn Soole von 18,75° *C.* versotten wird.

Aus der Zusammenstellung ist ersichtlich, dafs beim Versieden einer Soole von etwa 20 *Pzt.* ungefähr ebenso viel Wärme zum Garstören der Soole erforderlich ist, wie zum Soggen. Bei der gewöhnlichen Versiedung von 24- bis 25 *pzt.* Soolen ist zum Garstören etwa ein Drittel der ganzen Wärmemenge und des für die Versiedung aufgewendeten Brennstoffs erforderlich. In Dürrenberg, wo 24 *pzt.* Soole versotten wird, rechnet man zum Stören sieben Stunden, zum Soggen 17 Stunden. Da beim Soggen eine langsamere Verdampfung stattfindet als beim Stören, so entpricht diese Zeitdauer etwa dem berechneten Wärmeverbrauche.

Der zum Garstören von Soolen über 26,6 *Pzt.* Salzgehalt berechnete Wärmeverbrauch wird dann aufgewendet, wenn die Soole ohne Wasserverdampfung Gelegenheit hat, sich beim Erwärmen mit unaufgelöstem Salz bis zu dem höheren Prozentgehalte anzureichern.

Digitized by Google

Die Soole enthält			Beim Stören auf 1 *kg* Salz			Beim Soggen auf 1 *kg* Salz		Beim Versieden zusammen	
Salz		Wasser	werden verdampft	sind Wärmeeinheiten erforderlich		werden verdampft	sind W.-E. erforderlich	sind zu verdampfen	sind W.-E. erforderlich
Pzt.	*kg* in 1 *cbm*	*kg* in 1 *cbm*	*kg* Wasser	für Wasser	für Salz	*kg* Wasser	beim Wasserverdampfen	*kg* Wasser	
15	178	931	3,04	2076	50	2,19	1157	5,23	3283
16	191	926	2,66	1842	50	2,19	1157	4,85	3049
17	205	920	2,30	1619	50	2,19	1157	4,49	2826
18	218	915	2,01	1439	50	2,19	1157	4,20	2646
19	232	909	1,73	1267	50	2,19	1157	3,92	2474
20	246	903	1,48	1112	50	2,19	1157	3,67	2319
21	260	897	1,26	976	50	2,19	1157	3,45	2183
22	274	891	1,06	852	50	2,19	1157	3,25	2059
23	288	885	0,88	741	50	2,19	1157	3,07	1948
24	303	878	0,71	636	50	2,19	1157	2,90	1843
25	318	871	0,55	537	50	2,19	1157	2,74	1744
26	333	865	0,41	450	50	2,19	1157	2,60	1657
26,626	342	861	0,33	401	50	2,19	1157	2,52	1608
27	348	859	0,28	370	50	2,19	1157	2,47	1577
28	364	852	0,15	290	50	2,19	1157	2,34	1497
29	379	846	0,04	222	50	2,19	1157	2,23	1429
29,4	385	844	—	197	50	2,19	1157	2,19	1404

Digitized by Google

Mit der Abnahme des Salzgehaltes der Soole um je $^1/_{10}$ *Pzt.* steigt der erforderliche Brennmaterialaufwand bei annähernd gesättigten Soolen um 0,5 bis 0,6 *Pzt.*, bei weniger reichen (15- bis 20 *pzt.* Soolen) um 0,7 bis 0,8 *Pzt.*, was bei einer Jahresproduktion von 10000 *t* und einem Brennmaterialverbrauch von 200000 *hl* Braunkohle zu 25 *Pf.* das Hektoliter, also einer Ausgabe von 50000 *Mk.* für Brennstoff, jährlich 250 bis 300 *Mk.* ausmacht. An Steinsalz würden, um den Salzgehalt der Soole um $^1/_{10}$ *Pzt.* zu steigern, bei obiger Produktion etwa 55 bis 85 *t* erforderlich sein, was bei einem Preise von 40 *Pf.* für 100 *kg* einen Kostenaufwand von 220 bis 340 *Mk.* ausmacht, wobei jedoch noch zu berücksichtigen ist, dafs beim Versieden mindergrädiger Soole die Betriebseinrichtungen und die Arbeitskräfte mit geringerem Vorteile ausgenutzt werden oder dafs entsprechend der gröfseren Wasserverdampfung mehr Siedepfannen in Benutzung stehen müssen, z. B. beim Versieden von 15 *pzt.* Soole etwa die doppelte Anzahl, wie bei 26 *pzt.* Soole. Man wird hier je nach Lage der Verhältnisse berechnen können, ob es vorteilhafter ist, Steinsalz aufzulösen oder die leichte Soole durch Abdampfen anzureichern und sofort zu versieden. Jede Einrichtung indessen, die geeignet ist, ohne in der Anlage und Unterhaltung entsprechend teurer zu sein oder ein minderwertiges Produkt zu ergeben, den Brennstoffverbrauch um 1 *Pzt.* zu vermindern oder die Heizkraft entsprechend höher auszunutzen, würde bei obiger Produktion einen Gewinn von 500 *Mk.* bedeuten, oder auf 1 *t* Salz 5 *Pf.*

Aus den nach 10jährigem Durchschnitte ermittelten Betriebsergebnissen der österreichischen alpinen und galizischen Salinen ist folgendes mitzuteilen.

Es sind in Betrieb nach dem Stande v. J. 1896:

	Auf alpinen Salinen	galizischen Salinen	
Siedepfannen	30	28	Stück
mit durchschnittlicher Pfannenfläche	169	55	*qm*
Dörrkammern mit Rauminhalt	3 164	469	*cbm*
Darrflächen	2 074	—	*qm*
Erzeugt sind im Jahre:			
Speisesalz	115 746	49 782	*t*
Neben- und Abfallsalze	4 809	795	„
im ganzen Salz	120 555	50 577	„
von der ganzen Produktion sind Abfallsalze	4	1,6	*Pzt.*
Von dem Speisesalz sind:			
Blanksalz	46	—	„
Formsalz	54	100	„
täglich sind erzeugt	424 370	193 530	*kg*
auf 1 *qm* Pfannenfläche	92,7	143,1	„
die Betriebszeit einer Siedepfanne war durchschnittlich	286	260	Tage

Digitized by Google

Verwendet sind auf 1000 *kg* Salz:

	Auf alpinen	galizischen Salinen	
Fichtenholz	2,37	2,13	*Rm*
oder	849,66	728,01	*kg*
Braunkohle (Lignit)	820,77	—	„
Steinkohle	626,98	—	„
Torf	751,09	—	„
an Eisen bei Siede- u. Dörrvorrichtungen	0,56	0,72	„
Arbeitszeit in 12stündigen Schichten	2,05	2,37	Schichten
Soole	31,83	32,91	*hl*
an Kosten für laufende Unterhaltung	72,8	70,16	Heller

An Arbeitern für die Belegschaft einer norddeutschen Saline mit 30000 *t* Jahresproduktion, wozu 9 Siedepfannen zu 1000 *qm* Siedefläche und 1500 *qm* Trockenpfannenfläche als vorhanden gerechnet werden mögen, sind erforderlich:

3 Kohlenfahrer,
36 Sieder,
9 Schürer,
18 Salzträger,
18 Salzpacker,
6 Schmiede,
6 Handwerker (Maurer, Zimmerleute) für laufende Ausbesserungen,
3 Tagelöhner als Handlanger u. s. w.,
3 Arbeiter zur Viehsalzdenaturirung u. s. w., wenn etwa 10 *Pzt.* der ganzen Produktion dazu verwendet werden,
4 Kunst- und Maschinenwärter,

zusammen 106 Mann,

wenn gesättigte Soole zur Verfügung steht.

Wird leichte Soole gradirt und noch durch Steinsalz angereichert, so sind noch erforderlich 10 Mann zur Bedienung und Unterhaltung der Gradirwerke, 2 Mann bei der Steinsalzauflösung, zusammen 118 Mann, auf 1 Arbeiter 254237 *kg* jährliche Salzproduktion.

Dazu kommen noch Handwerker und Tagelöhner für nicht unmittelbar dem Betriebe dienende Arbeiten, in der Zahl verschieden, je nachdem Bau- und Unterhaltungsarbeiten an Gebäuden, Betriebsvorrichtungen, Wegen in eigener Regie ausgeführt oder fremden Unternehmern übertragen werden.

Dabei kostet 1 *t* Salz zu sieden, trocknen und zu magaziniren an Sieder-, Schürer- und Salzträgerlöhnen mit Beleuchtungs- und Gerätekosten 2 *Mk.* 10 *Pf.* bis 2 *Mk.* 50 *Pf.* und 1 *t* Salz in Säcke zu 50 *kg* zu verpacken und zu verladen an Löhnen 60 bis 65 *Pf.* Der Aufwand an Brennstoff ist auf 1 *t* Salz etwa 5 *Mk.*, der Eisenverbrauch 0,5 *kg*, mit etwa $^1/_7$ für Nietenmaterial, $^6/_7$ für Pfannenbleche, im Werte von etwa 10 *Pf.* Die erforderliche Soole kostet 20 bis 30 *Pf.*

Digitized by Google

Die Produktionskosten stellen sich auf norddeutschen Salinen zu 1 *Mk.* bis 1 *Mk.* 50 *Pf.* für 100 *kg* Salz.

Von der ungarischen Saline zu Soóvár werden folgende Angaben gemacht [1]).

Der Arbeiterstand zum Salzsieden und bei den erforderlichen Nebenarbeiten für eine Produktion von jährlich 6000 *t* in zwei Pfannen ist:

	4 Obersieder 1. Klasse,
	4 „ 2. „
	8 Salzsieder,
	4 Salzdörrer 1. Klasse,
	4 „ 2. „
zusammen	24 Mann beim Salzsieden und Dörren,
	12 Salzförderer,
	6 Heizer,
	4 Holzspalter,
	1 Maschinenwärter (zur Bedienung einer Dynamomaschine),
	2 Maschinenheizer,
	1 Stürzer,
	2 Schmiedegesellen,
	1 Schmiedelehrling,
	1 Zimmermann,
	1 Nachtwächter für das Holzlager,
	2 Kutscher,
	2 Hülfstagelöhner für verschiedene Arbeiten,
	1 Diener bei der Zeugkammer,
	6 Säuberjungen in den Sudhütten,
zusammen	66 Mann.

Dazu kommen beim Salzgefälle:

	2 Nachtwächter,
	8 Salzauswieger,
	76 Arbeiter,

das macht auf 1 Arbeiter 78947 *kg* Salzerzeugung im Jahre.

Die Arbeit wird in wechselnden, 12stündigen Schichten auch an Sonn- und Feiertagen ohne Unterbrechung ausgeführt. An den Hauptfesttagen (Ostern, Pfingsten, Weihnachten) ruht der Betrieb. Diese Zeit, wo Pfannen und Feuerzüge auskühlen, wird benutzt, um alle Züge und Kanäle zu säubern und Ausbesserungen vorzunehmen. Nach 1 bis 2 Tagen wird dann der Betrieb wieder aufgenommen.

An Lohn im Gedinge wird gezahlt:

Soole zu fördern auf	1000 *hl*	1 *fl.*	40 *kr.*
Salz zu sieden „	1000 *kg*	1 „	53 „
Cisternensalz zu gewinnen auf	1000 *kg*	— „	95 „
„ zu fördern „	1000 „	— „	18 „
Kesselsalz „ „ „	1000 „	— „	25 „
Kochsalz zu magaziniren „	1000 „	— „	29 „

[1]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 85.

Digitized by Google

Unterbrechung des Salinenbetriebes an Sonn- und Festtagen.

Der Salinenbetrieb erfordert im Interesse der Erhaltung der Anlagen und ihrer wirtschaftlichen Ausnutzung, sowie im Interesse der Erzielung eines gleichmäfsigen guten Produktes, eine möglichst ununterbrochene Fortsetzung des Siedens und man beschränkt die Unterbrechungen zweckmässiger Weise auf die Zeiten, wo die Pfannen ohnedies zur Beseitigung der Mutterlauge ausgeschöpft, die Feuer deshalb gedämpft oder zur Ausführung von Ausbesserungen ganz gelöscht werden müssen. In der Regel hat man jedoch Rücksicht genommen auf die christlichen Festtage Weihnachten, Ostern und Pfingsten und an diesen Kaltlager sämmtlicher Pfannen eintreten lassen. Die Deutsche Reichsgewerbeordnung vom 1. Juni 1891 beschränkt das Arbeiten an Sonn- und Festtagen auch für Salinen (§ 105b) und bestimmt, dafs die den Arbeitern zu gewährende Ruhe mindestens für jeden Sonn- und Festtag 24, für zwei auf einander folgende Sonn- und Festtage 36, für das Weihnachts-, Oster- und Pfingstfest 48 Stunden zu dauern hat und zwar mit Beginn um 12 Uhr nachts und, wenn zwei Sonn- und Festtage auf einander folgen, mit Dauer bis zum zweiten Tage um 6 Uhr abends. In Betrieben mit regelmäfsiger Tag- und Nachtschicht kann die Ruhezeit frühestens um 6 Uhr abends des vorhergehenden Werktages, spätestens um 6 Uhr morgens des Sonn- und Festtages beginnen, wenn für die auf den Beginn der Ruhezeit folgenden 24 Stunden der Betrieb ruht. Eine Reihe dringend nötiger Arbeiten dürfen jedoch gemäfs § 105c auch an Sonn- und Festtagen ausgeführt werden. Es mufs aber darüber ein Verzeichnis geführt werden, in dem für jeden Sonn- und Festtag die Zahl der beschäftigten Arbeiter, die Dauer ihrer Beschäftigung, sowie die Art der vorgenommenen Arbeiten einzutragen sind. Es sind dies Arbeiten, die in Notfällen oder im öffentlichen Interesse unverzüglich vorgenommen werden müssen, sowie zur Durchführung einer gesetzlich vorgeschriebenen Inventur, Arbeiten zur Reinigung und Instandhaltung, durch die der regelmäfsige Fortgang des eigenen oder eines fremden Betriebes bedingt ist, Arbeiten, von denen die Wiederaufnahme des vollen werktägigen Betriebes abhängig ist, wenn sie nicht an Werktagen vorgenommen werden können, Arbeiten, die zur Verhütung des Verderbens von Rohstoffen oder des Mifslingens von Arbeitserzeugnissen erforderlich sind, sofern sie nicht an Werktagen vorgenommen werden können, auch die Bewachung der Betriebsanlagen ist zugelassen, sowie die Beaufsichtigung der vorgenannten Betriebsarbeiten.

Sofern die Arbeit hiernach nicht in Notfällen oder im öffentlichen Interesse, für eine Inventur oder eine Beaufsichtigung geleistet wird und länger als drei Stunden dauert oder die Arbeiter am Besuch des Gottesdienstes hindert, mufs jeder Arbeiter entweder an jedem dritten

Digitized by Google

Sonntage volle 36 Stunden, oder an jedem zweiten Sonntage mindestens in der Zeit von 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends von der Arbeit befreit bleiben. Ausnahme von dieser Einschränkung der sonntägig ausnahmsweise erlaubten Arbeiten darf die untere Verwaltungsbehörde gestatten, wenn die Arbeiter am Besuch des sonntäglichen Gottesdienstes nicht gehindert werden und ihnen an Stelle des Sonntags eine 24stündige Ruhezeit an einem Wochentage gewährt wird.

Der Bundesrat ist jedoch gemäfs § 105d ermächtigt, auch noch für andere Betriebsarbeiten, aufser den oben genannten, ausnahmsweise zugelassenen die Ausführung an Sonn- und Festtagen für zulässig zu erklären. Es erstreckt sich dies auf Betriebe, in denen Arbeiten vorkommen, die ihrer Natur nach eine Unterbrechung oder einen Aufschub nicht gestatten, auf Betriebe, die ihrer Natur nach auf bestimmte Jahreszeiten beschränkt sind, oder die in gewissen Zeiten des Jahres zu einer aufsergewöhnlich verstärkten Thätigkeit genötigt sind. Für die hiernach zugelassenen Betriebsarbeiten mufs jedoch betreffs der Gewährung von Ruhepausen für die Arbeiter dieselbe Einschränkung eintreten, wie bei den oben genannten, an Sonntagen allgemein ausnahmsweise zugelassenen Arbeiten, also Ruhezeit von 36 Stunden an jedem dritten oder an jedem zweiten Sonntage mindestens von 6 Uhr früh bis 6 Uhr abends.

Demgemäfs hat der Bundesrat durch Beschlufs vom 25. Januar 1895 die Ausführung folgender für Salinen wichtiger Arbeiten an Sonntagen für statthaft erklärt:

den Betrieb der Pump- und Gradirwerke sowie der Siederei, der letzteren jedoch nicht während des Weihnachts-, Oster- und Pfingstfestes. Dabei hat die den Arbeitern zu gewährende Ruhe mindestens zu dauern, entweder für jeden zweiten Sonntag 24 Stunden[1]) oder für jeden dritten Sonntag 36 Stunden, oder, sofern an den übrigen Sonntagen die Arbeitsschichten nicht länger als 12 Stunden dauern, für jeden vierten Sonntag 36 Stunden.

Der Reichskanzler ist befugt, Abweichungen hinsichtlich der Dauer der Ruhezeit zuzulassen; dieselbe mufs jedoch für jeden Arbeiter mindestens die Gesammtdauer seiner auf die zwischenliegenden Sonntage fallenden Arbeitszeit erreichen.

---

[1]) Der Bundesrat hat hier gegenüber der Bestimmung im § 105c eine längere Ruhezeit angeordnet. § 105c verlangt nur eine 12stündige Ruhezeit an jedem zweiten Sonntage von 6 Uhr früh bis 6 Uhr abends. In die vorgeschriebene 24stündige Ruhezeit müssen diese Tagesstunden jedenfalls eingeschlossen sein, so dafs die Ruhe von Sonnabend Abend 6 Uhr bis Sonntag Abend 6 Uhr oder von Sonntag früh 6 Uhr bis Montag früh 6 Uhr dauern darf. Es entspricht dies dem im Schlufssatze des § 105b, Abs. 1, bestimmten Mafse der Ruhezeit bei Betrieben mit regelmäfsiger Tag- und Nachtschicht. Für Festtage, die auf Wochentage fallen, ist, aufser für Weihnachten, Ostern und Pfingsten, eine Ruhezeit für die Siederei und ebenso für Pump- und Gradirwerksarbeit nicht vorgeschrieben.

Digitized by Google

Ablösungsmannschaften dürfen je 12 Stunden nach und vor ihrer regelmäfsigen Beschäftigung zur Arbeit nicht verwendet werden. Die denselben zu gewährende Ruhe mufs mindestens das Mafs der den abgelösten Arbeitern gewährten Ruhe erreichen.

Die Salinen werden nun bei wechselnden 12stündigen Tag- und Nachtschichten, die 6 Uhr früh und 6 Uhr abends beginnen, an jedem Sonntage die Nacht- und Tagesabteilung mit einer 24stündigen Schicht wechseln lassen, so dafs entweder die Nachtabteilung eine 24stündige Schicht von Sonnabend Abend 6 Uhr bis Sonntag Abend 6 Uhr oder die Tagesabteilung eine 24stündige Schicht von Sonntag früh bis Montag früh 6 Uhr verfährt. Oder es werden für jeden dritten oder vierten Sonntag, und wenn eine 24stündige Schichtdauer beim Wechseln unerwünscht ist, an jedem zweiten Sonntage Ersatzmannschaften eingestellt werden müssen, die die Tagesschicht von 6 Uhr früh bis 6 Uhr abends übernehmen. Es wird sich der Wechsel der Tages- und Nachtabteilung dann an diesem Tage vollziehen, so dafs die am Sonntag früh um 6 Uhr die Nachtschicht beendigende Abteilung am Montag früh 6 Uhr, die am Sonnabend Abend 6 Uhr schliefsende Tagesabteilung am Sonntag Abend 6 Uhr die Arbeit wieder beginnt.

Soll jeden dritten Sonntag eine 36stündige Ruhezeit durch Einstellung von Ersatzleuten gegeben werden, so wird eine der Zahl der einmal abzulösenden Arbeiter entsprechende Zahl von Ersatzleuten genügen, da diese z. B. am ersten Sonntage die Tagesabteilung, am zweiten Sonntage die frühere Nachtabteilung abzulösen haben und am dritten Sonntage selbst Ruhe geniefsen. Die Zahl der Ersatzleute entspricht dann der Hälfte der überhaupt abzulösenden Arbeiter. Wird erst an jedem vierten Sonntage eine Ruhepause gewährt, so kann ein Drittel an Ersatzleuten genügen.

Derartige Ersatzmannschaften werden sich für die Beaufsichtigung und Bedienung der Pump- und Gradirwerke aus den sonst nur am Tage beschäftigten Arbeitern der Saline stellen lassen. Schwieriger ist es aber, eine gröfsere Zahl Ersatzmannschaften für die Siederei zu stellen. Zu den Siedereiarbeiten gehört Übung und Gewöhnung, Gewöhnung auch besonders zur Gesunderhaltung des Körpers, der den Wechsel der warmen, oft recht heifsen, von Dämpfen erfüllten Luft und der kühlen Atmosphäre im Freien vertragen mufs. Der Arbeiter mufs sich dafür in seiner Kleidung einrichten, er mufs auch, wo dem Arbeiter Gestellung und Unterhaltung der Geräte und des Geleuchtes überlassen bleibt, für diese sorgen, was für einen nur ausnahmsweise mit Siedereiarbeiten beschäftigten Arbeiter kostspieliger ist, als für den regelmäfsig damit beschäftigten, während der zu vertretende Arbeiter seinem Stellvertreter nur ungern seine eigenen Geräte und sein Leuchtmaterial überlassen wird.

Diese hieraus erwachsenden Schwierigkeiten haben dazu geführt, dafs einzelne Salinen nunmehr unter grofsen wirtschaftlichen Opfern

Digitized by Google

die Siederei an jedem dritten oder vierten Sonntage ruhen lassen, das heifst, die Feuer werden durch Schliefsen der Essenschieber gedämpft, die Pfanne wird mit einem Teile Soole gefüllt gehalten und das während der Ruhezeit ausfallende, gröber gekörnte und minder ansehnliche, mitunter auch durch Eisenrost gelblich gefärbte Salz als Viehsalz verwertet.

Zu den erlaubten Arbeiten des Betriebes der Siederei gehört auch das Trocknen und Magaziniren des Salzes, nicht aber das Verpacken und Versenden.

Die Gewerbeordnung ermöglicht jedoch noch eine dritte Ausnahme von dem Verbot der Sonntagsarbeit dann, wenn es sich darum handelt, einen unverhältnismäfsigen Schaden zu verhüten und wenn infolge dessen ein nicht vorherzusehendes Bedürfnis der Beschäftigung von Arbeitern an Sonn- und Festtagen eintritt. Diese Ausnahme kann durch schriftliche Verfügung der unteren Verwaltungsbehörde für eine bestimmte Zeit zugelassen werden. Eine Abschrift der Verfügung ist innerhalb der Betriebsstätte an einer den Arbeitern leicht zugänglichen Stelle auszuhängen (§ 105f).

Diese Bestimmung ist sehr dehnbar und wird kaum von den zahlreichen verschiedenen unteren Verwaltungsbehörden völlig gleichmäfsig gehandhabt werden. Die Abwendung eines unverhältnismäfsigen Schadens kann in der Regel schon als ein Notfall angesehen werden, bei dem gesetzlich gemäfs § 105c Arbeiten am Sonntage zulässig sind. Die Genehmigung wird z. B. auch zum Verpacken und Versenden von Salz erteilt, wenn aufsergewöhnlicher Bedarf vorliegt oder wenn bei den alljährlich im Herbste vorkommenden Ausfällen in der Gestellung von Eisenbahnwagen die Verfrachtung sich verzögert hat und nun schleunigst am Sonntag nachgeholt werden soll[1]).

Schranken in der Anwendung des § 105f hat die Ausführungsanweisung zu §§ 105a, 105b, Abs. 1, 105c bis 105i vom 11. März 1895 (Deutscher Reichsanzeiger vom 12. März 1895, Nr. 62) gegeben. Danach dürfen die Ausnahmen nur vorübergehend auf bestimmte Zeit und ferner nur unter folgenden zwei Voraussetzungen bewilligt werden: Das Bedürfnis zur Sonntagsarbeit darf trotz Anwendung gehöriger Sorgfalt nicht vorherzusehen gewesen sein; der durch den Ausfall der Sonntagsarbeit drohende Schaden mufs unverhältnismäfsig, also so erheblich sein, dafs dem gegenüber die Beeinträchtigung, welche die Sonntagsruhe der Arbeiter durch die Ausnahmegestattung erfährt, nicht

[1]) Die Verpackung und Verfrachtung von Salz wird auch als Arbeit im Handelsgewerbe angesehen werden können, für die § 105b, Abs. 2 gilt. Danach ist mit Ausnahme des ersten Weihnachts-, Oster- und Pfingstfesttages an Sonn- und Festtagen fünfstündige Arbeit vorbehaltlich etwaiger gemeindestatutarischer Beschränkungen zu dem durch Gemeindestatut oder durch Anordnung der Polizeibehörde unter Berücksichtigung der Zeit des öffentlichen Gottesdienstes bezeichneten Stunden zugelassen.

Digitized by Google

entscheidend ins Gewicht fallen kann. Ausnahmen sind in der Regel nicht für den ersten Weihnachts-, Oster- und Pfingsfeiertag und im übrigen für jeden einzelnen Betrieb für mehr als vier auf einander folgende Sonn- und Festtage nur mit Genehmigung der höheren Verwaltungsbehörde zuzulassen. Die Dauer der Beschäftigung der Arbeiter an den einzelnen Sonn- und Festtagen soll auch dann möglichst beschränkt bleiben. Bei mehr als fünfstündiger Dauer soll nötigenfalls vorgeschrieben werden, dafs den Arbeitern die im Gesetze vorgeschriebenen freien Sonntage (§ 105c) oder freien Zeiten zum Besuch des Gottesdienstes gewährt werden.

Für Salinen kann auch die Bestimmung des § 105e Bedeutung haben, wonach für Betriebe, die ausschliefslich oder vorwiegend mit durch Wind oder unregelmäfsige Wasserkraft bewegten Triebwerken arbeiten, durch Verfügung der höheren Verwaltungsbehörden Ausnahmen von dem gesetzlichen Verbot der Arbeit an Sonn- und Festtagen zugelassen werden können.

Insofern es sich um Benutzung dieser Kräfte zum Betriebe von Pumpwerken für die Soolhebung und für die Gradirung handelt, hat der obige Beschluſs des Bundesrates bereits allgemein die Sonntagsarbeit für zulässig erklärt.

Die Landesgesetze dürfen weitere Einschränkungen der Arbeit an Sonn- und Festtagen vorschreiben. Auch dürfen die Landescentralbehörden für einzelne Festtage, die nicht auf einen Sonntag fallen, die Dauer der Ruhezeiten abweichend von § 105b regeln, dies jedoch nicht für das Weihnachts-, Neujahrs-, Oster-, Himmelfahrts- und Pfingstfest.

Für die Salinen bestehen hiernach betreffs der Ausführung von Arbeiten an Sonn- und Festtagen immerhin günstige Bestimmungen.

Die Betriebseinrichtungen der Salinen.

Pfannen. Die Einrichtung der Abdampfgefäfse für die Salzgewinnung ist verschieden, je nachdem man den Abdampf der Soole (Broden) frei in die Luft entweichen läfst oder wenigstens durch Schlote (Dunstfänge, Brodenfänge) abführt, oder den Dampf durch Essen oder Exhaustoren absaugen läfst, in der Absicht, die im Broden enthaltene Wärme, sei es zum Vorwärmen der Soole, sei es zum Salztrocknen oder auch zum Abdampfen der Soole noch zu benutzen. Die Form der Abdampfgefäfse ist verschieden nach der Beheizungsart, je nachdem man die Feuergase unmittelbar zum Abdampfen benutzt, oder Dampf oder heifse Luft als Wärmeträger anwendet. Durch Feuergase heizt man in der Regel das Abdampfgefäfs, die Pfanne, von unten (unterschlächtige Feuerung), es ist dies die meist übliche Planpfanneneinrichtung, seltener führt man die Feuergase in Röhren durch die Flüssigkeit (mittelschlächtige Feuerung) (z. B. *Fläschen-*

Digitized by Google

drägersche Kesselpfanne, *D. R.-P.* Nr. 44004), oder über die abzudampfende Soole (oberschlächtige Feuerung), obgleich es auch an Vorschlägen in dieser Richtung nicht gefehlt hat (*Werrottescher* Abdampfofen, *Pohls* Verfahren u. s. w.). Auch Vorrichtungen, wobei sich die Soole mit den Feuergasen mischt, sind vorgeschlagen worden (*Köppen*, *D. R.-P.* Nr. 3997, *Frederic Strömer*, *D. R.-P.* Nr. 40681). Den Dampf (Abdampf der Maschinen, Broden) führt man entweder unter die Pfannen, oder in Röhren durch die Pfannen (Rohrdampfpfannen), Dampf mit höherer, über den Atmosphärendruck hinausgehender Spannung (Dampfkesseldampf, komprimirten Abdampf) führt man in Heizrohr- oder Heizplattensystemen durch die Soole und durch die Abdampfgefäfse hindurch. Heifse Luft wird über die Soole geführt oder durch die Abdampfgefäfse geleitet und mit der Soole gemischt (Abdampfgefäfs nach *C. v. Balzberg*). Die Form der Pfannen ist auch mit Rücksicht auf mechanische Salzaustragevorrichtungen verschieden, man hat dabei flache, rechteckige und runde Pfannen, spitze, prismatische und kegelförmige Pfannen, flach gewölbte und halbcylindrische Pfannen, sowie auch völlig cylindrische, liegende oder aufrecht stehende Abdampfgefäfse. Pfannen mit mechanischer Austragevorrichtung bezeichnet man als Maschinenpfannen. Die gemeinübliche Form der Pfannen bei gewöhnlichem Siedebetriebe ist die rechteckige Plan- oder Flachpfanne. In älterer Zeit waren auch runde oder hufeisenförmige Planpfannen in Gebrauch, in neuerer Zeit ist die runde Form bei der besonders in England eingeführten Circular Pan, einer Rundpfanne mit mechanischem Rührwerk, in Benutzung gekommen. Alle anderen Formen dienen besonderen Zwecken und haben keine allgemeine Bedeutung für den Salinenbetrieb erlangt.

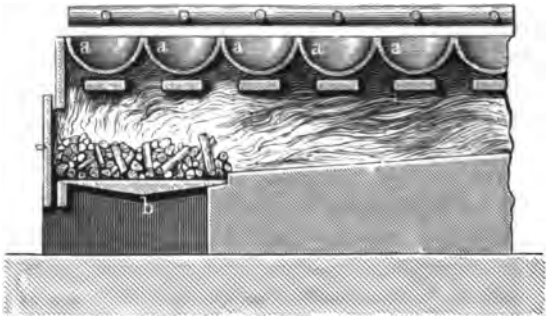
In älterer Zeit benutzte man an einigen Orten kleine runde, halbkugelförmige Pfannen oder Kessel aus Gufseisen. Fig. 190 und 191 zeigt eine Einrichtung, die auf den Salinen des Saginawthales (Michigan[1]) angewendet worden ist, wo 50 bis 70 Stück runde Pfannen *a* von 1,2 *m* Durchmesser in doppelter Reihe über den Feuerzügen aufgestellt sind, denen durch zwei Leitungen *c* jeder Pfanne entweder Soole oder Wasser zugeführt werden kann. Der Rost *b* mit Holzbeschickung dient zur Befeuerung. In die mit Soole gefüllten Pfannen wird eine kleinere Pfanne *d* von 45 *cm* Durchmesser mit schmalem Rande eingesetzt, die den ausfallenden Gypsschlamm aufnimmt. Die Soole wird so weit eingedampft, dafs das Salz noch eben mit Mutterlauge bedeckt bleibt, dann wird es in Körbe *e* geschöpft, in denen es abtropft. Den gröfsten Teil der Lauge schöpft man aus. Ein Rest bleibt in der Pfanne, damit diese nicht springt, wird mit Wasser verdünnt und nochmals zum Teil ausgeschöpft. Dann setzt man etwas

[1]) *B.- u. H. Z.* 1867, 26, 254.

Digitized by Google

Soole zu und füllt schliefslich den Kessel mit frischer Soole. Das durch Abtropfen entfeuchtete Salz kann schon nach 14 Tagen verpackt und in den Handel gegeben werden. Die Herstellungskosten für ein Fafs zu 127 *kg* betragen 1,84 *Doll.*

Fig. 190.



Der Typus der früher gebräuchlichen runden Pfannen (Frauenreuther Pfanne) kann aus einer älteren Einrichtung zu Aussee ersehen werden, worüber *C. v. Balzberg* [1]) nach einem Manuskript des Bergrats *A. Aigner* folgendes mitteilt. Die Pfannen waren 47,4 *m* lang, 18,32 *m* breit und hatten einen Umfang von 66,37 *m*, die Bodenfläche mafs 329 *qm*. Der Dachstuhl ruhte auf vier steinernen Säulen, den Osensäulen, und bedeckte aufser der Pfanne die Bärstatt, die Labstube mit dem Tretrade zum Aufziehen der Mutterlauge, vier Soolenstuben, zwei kleine Pfannenkernverwässerungsstuben und die in zwei Stockwerken angeordnete Urenddarre. Die Pfanne ruhte auf 360 Stehern und wurde über den Ofen (den Herd) durch 80 bis 90 Haken (Hinghaken) gehalten. Die Pfanne lag nach der Bärstätte zu geneigt, so dafs die Höhe des Soolstandes hier 42,1 *cm*, am Urende 31,6 *cm* betrug. Am Urende standen zwei einfache Kamine. Es wurde auf einem Roste gefeuert, der 4,33 *m* lang und 0,94 *m* breit war. Er bestand aus 20 Roststäben, die schräg geneigt bis unter die Pfanne reichten. Unter dem Roste lag der Luftgraben, ein stollenartiger Bau, der als Aschenfall und Luftkanal diente. Vor dem Roste befand sich eine eiserne Querstange, der Streber, auf die der Heizer die Holzscheite mit Geschicklichkeit aufwarf, um sie durch Schwung in den Brennraum

Fig. 191.

[1]) *Preisschrift. Pr. Z.* 1896, **44**. 213.

Digitized by Google

auf den Rost zu bringen. Drei Feuerzüge leiteten am anderen Ende der Pfanne die Heizgase in die unmittelbar dahinter angebauten 16 Darrkammern, deren Böden mit Eisenplatten bedeckt waren, worauf die Eisendillen mit den Salzfüderln standen. Die Pfanne war aus starkem Eisenblech mit kalter Nietung zusammengesetzt, die Fugen mit einem Gemisch von Kalk und Soole gedichtet. Der Pfannenherdboden war nach der Mitte rinnenförmig abgedacht, auf ihm standen die Pfannensteher.

Die vier Soolstuben faſsten 4604 *hl* Soole, jede Darrkammer 220 Stück Stöckel, 19,6 und 64,4 *kg* schwer. Die Stöckel wurden an der Bärstätte vorgetrocknet, dann in den Darrkammern 50 bis 60 Stunden gedörrt, danach entweder unverpackt oder zuvor zerschlagen und in kleinere oder gröfsere Kufen gefüllt in den Handel gebracht. Mit der Abhitze des Feuers wurden die kleineren Füderl gedörrt, die gröfseren Füderl kamen in die mit besonderen Feuerungen geheizten Pfieselstätten. Zum Ausbären des Salzes ging der Arbeiter mit der Krücke von einer Seite der Bärstätte um die Pfanne herum bis auf die andere Seite (Umstreich) und zog so das Salz in den Bärsack, von wo es auf die Ausbärbühne und in die dort aufgestellten Kufen gezogen wurde. Auf einen Raummeter Holz wurden 300 bis 330 *kg* Salz erzeugt.

Die Gröfse der jetzt gebräuchlichen rechteckigen Flachpfannen ist sehr verschieden. Bestimmend für die Gröfse ist mitunter der Zweck der Pfanne, gewöhnlich aber die Absicht guter Wärmeausnutzung und leichter Arbeitsausführung.

In Galizien hatte man früher für die Hurmanenbereitung Pfannen von nur 5 und $7^1/_2$ *qm* Fläche in Gebauch, jetzt Pfannen von 45 bis 80 *qm* Bodenfläche. Auf den alpinen Salinen Österreichs sind dagegen Pfannen von mehr als 300 *qm* Bodenfläche gebaut worden. Zu Hallein war bis zum Jahre 1858 eine Pfanne von 347 *qm* Fläche in Betrieb. Wo man besondere Pfannen zum Vorwärmen der Soole gebaut hatte, waren die Pfannen kleiner: zu Hall 64,8 *qm* (quadratische Pfanne), zu Reichenhall Hauptpfanne 76 bis 77 *qm*, Vorwärmpfanne 46 *qm*, zu Traunstein Hauptpfanne 83 und 85 *qm*, Vorwärmpfanne 46 *qm*. Bei neueren norddeutschen Anlagen wählt man in der Regel Pfannen von 100 bis 150 *qm* Fläche. Die neue Siedeanlage Neuhall bei Stottern-heim hat Pfannen zu 80 *qm* Fläche, Georgenhall bei Hannover hat Pfannen zu 120 *qm*, Bernburg Pfannen zu 150 *qm*, Hallein hat Pfannen zu 200 *qm*, Ebensee zu 195, 210 und eine zu 243 *qm* Fläche. In Dürrenberg dienen zur Herstellung von mittelgrobem Salz und Grobsalz Pfannen von 80 *qm* Fläche, zur Herstellung von Feinsalz Pfannen von 98,6 (1000 *Quadratfuſs*) bis 117 *qm*, jedoch werden auch die kleinen Pfannen zur Feinsalzbereitung benutzt. Auf der Saline zu Inowrazlaw haben die unmittelbar geheizten Salzpfannen 131 *qm* Fläche, die dahinter liegenden durch Abhitze der Feuergase geheizten Grobsalzpfannen 90 *qm* Fläche. Auch in Schönebeck sind die älteren

Digitized by Google

Pfannen 98,5 *qm*, einzelne 78,8 und 66,6 *qm* grofs, eine einzelne davon 118,6 *qm*, die neueren Pfannen hat man gröfser gebaut. Im Siedehause Huyssen haben die Feinsalzpfannen 116 *qm*, eine zugehörige Störpfanne hat 84 *qm* Fläche. Zu Rothenfelde sind nach *Simmersbach* getrennte Stör- und Soggepfannen gebaut worden, die Störpfannen zu 100 bis 110 *qm*, die Soggepfannen zu 300 bis 340 *qm* für Grobsalzgewinnung.

Der Vorteil der gröfseren Pfannen ist der, dafs mit ihnen bei gleichem Arbeitspersonal mehr Soole versotten werden kann, dafs die Wärme der Heizgase besser ausgenutzt werden kann als bei mehreren kleinen Pfannen, die je besonders geheizt werden müssen, und dafs die Anlagekosten für eine grofse Pfanne geringer sind, als für mehrere kleine Pfannen, die zusammen die gleiche Bodenfläche haben. Nachteile der gröfseren Pfannen sind die Gewinnung ungleichmäfsig gekörnten Salzes, stärkere Soolverluste beim Lecken der Pfannen, wenn die Lecke nicht sogleich verstopft werden können, längere Arbeitsunterbrechung bei den erforderlichen Ausbesserungen, also geringere Ausnutzung des Anlagekapitals, geringere Steifigkeit der Pfannen und infolge dessen leichteres Verziehen und Entstehen von Unebenheiten in der Bodenfläche, die die Arbeit erschweren und das Aufbrennen von Gyps begünstigen.

Ältere Erfahrungen in Schönebeck haben ergeben, dafs Pfannen von 8,16 *m* Breite und Länge, also von 66 bis 67 *qm* Bodenfläche, bei der Anwendung zweckmäfsiger Feuerung mit Cirkulirherd die beste Leistung aufweisen, dafs man jedoch die Pfannenfläche auch bis zu 100 *qm* vergröfsern kann, ohne dafs der Effekt vermindert oder die Arbeit zu sehr erschwert wird. Darüber hinaus erschweren sich die Siedearbeit und die auszuführenden Ausbesserungen. Jetzt bemifst man die Pfannen in der Regel 8 *m* breit, 14,5 *m* lang, das sind 116 *qm* Bodenfläche.

Nach *Behne* soll die Gröfse der Pfannen nicht unter 45 und nicht über 100 *qm* betragen, da bei kleineren Pfannen der Brennmaterialverbrauch und die Arbeitsverhältnisse ungünstig, bei gröfseren die Ausbesserungen schwieriger werden.

Erfahrungen bei verschiedenem Siedeverfahren und verfügbarer Raum sind bei den einzelnen Salinen bestimmend gewesen, so dafs sehr von einander abweichende Pfannengröfsen vorkommen. Um die Arbeit an den Pfannen nicht übermäfsig zu erschweren, wählt man die Breite nicht über 8 bis 9 *m*, so dafs der Arbeiter von beiden Längsseiten der Pfanne mit den Krücken bis zur Mitte der Pfanne oder noch etwas darüber hinaus reichen kann, ohne dafs die Krücke und das Anziehen der Krücke zu schwierig und für die Krückstangen etwa ein noch breiterer Raum im Siedehause als gewöhnlich oder ein Ankrücken in mehr als drei Absätzen erforderlich wird. Man setzt deshalb bei gröfseren Pfannen in der Länge zu. Pfannen von 150 *qm* Fläche werden bei 8 *m* Breite etwa 18,7 *m* lang sein. Die älteren Pfannen in Schönebeck

Digitized by Google

sind 7,85 *m* breit, 12,55 *m* lang. Im Siedehause Huyssen 8 *m* breit, 14,5 *m* lang, die Störpfannen 7 *m* breit, 12 *m* lang, Mittel- und Grobsalzpfannen sind sogar nur 5 *m* breit, erstere 7,5, letztere 12 *m* lang. Die 210 *qm* grofsen Pfannen in Ebensee sind 10 *m* breit und 21 *m* lang.

Die Höhe der Seitenborde wird für einen Soolstand von 25 bis 35 *cm* zu 30 bis 40 *cm* gewählt. Selten geht man darüber hinaus bis 50 *cm*. Bei Störpfannen nimmt man etwas höhere Borde als bei Soggepfannen, bei Feinsalzpfannen höher als bei Grobsalzpfannen. Der Bord steht entweder senkrecht zur Bodenfläche, oder zur Erleichterung des Salzausschlagens (insbesondere Salinen in Bayern, Salzkammergut, Galizien) etwas nach aufsen geneigt. Auf österreichischen Salinen hat man an der Seite, wo das Salz ausgeschlagen wird, die Borde, über die das Salz mit der Krücke hinweggezogen werden kann, stärker geneigt, als auf der entgegengesetzten Seite.

Auf galizischen Salinen ist z. B. die Oberkante der Borde auf der Ausbärseite um 50 *cm*, auf den anderen Seiten um 20 *cm* von der Senkrechten nach aufsen abgerückt.

Bei gleichem Soolfassungsraume geben Pfannen mit kleinerer Bodenfläche und höheren Borden ein gröfseres Salzausbringen auf das Quadratmeter Bodenfläche, in der Zeiteinheit auf das Kubikmeter Soole berechnet jedoch infolge geringerer Verdunstungsfläche einen geringeren Salzausfall, als gröfsere Pfannen mit entsprechend niedrigeren Borden.

Verwerfen sich die Pfannen, was sich bei gröfserer Bodenfläche stärker geltend macht als bei kleinerer, so bleibt der Soolstand nicht überall gleich hoch und wird oft im Durchschnitt geringer als gewöhnlich gehalten werden müssen, damit die Pfanne nicht an einer Ecke oder Seite überflieſst. Die Pfanne wird dann weniger ausgenutzt. Man wird deshalb gröfseren Pfannen zweckmäfsig einen etwas höheren Borden geben als kleinen Pfannen. Bei Vorwärmpfannen und solchen Pfannen, wo die Heizgase durch die Pfanne geführt werden, nimmt man gewöhnlich höhere Borden.

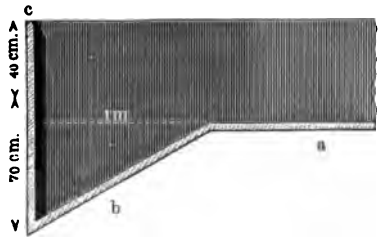
Man unterscheidet die Boden- oder Pfannenfläche und die Borden, den Pfannenbord, das sind die Seitenwände, auf österreichischen Salinen Branft oder Pranft genannt (von Abranft oder Abrand, was einen oben umgebogenen Rand bedeutet).

Die der Feuerung zugekehrte Seite wird Feuerseite genannt, die entgegengesetzte, wo die Feuergase abziehen, die Hinterseite oder das Urende der Pfanne, auch wohl Urrende geschrieben. Während man gewöhnlich das Salz von der Mitte nach beiden Längsseiten krückt, hat man bei den Tyroler Pfannen der österreichischen Salinen die eine Längsseite über die Feuerung gestellt und krückt nur auf einer Seite aus, indem man das Salz durch die ganze Pfanne zieht. An der Arbeitsseite hat die Pfanne dabei eine Vertiefung im Boden,

Digitized by Google

den Bärsack (Fig. 192). *a* Pfannenboden, *b* Bärsack, *c* Pfannenbord (bären oder behren, vom altdeutschen purjan, beran = heben, tragen, mittelhochdeutsch bürn, niederdeutsch bören, bezeichnet das Ausheben des Salzes, auch pehren geschrieben oder gesprochen). Die Stelle, wo das Salz ausgekrückt und ausgeschlagen wird, heifst auf österreichischen Salinen die Bärstatt oder Pehrstatt, die betreffende Pfannenseite die Ausbärseite, die gegenüber über dem Feuer liegende Seite ist die Umstreichseite. Bei Pfannen, wo die Feuerung auf der Schmalseite liegt, wird der dem Feuer zugekehrte Teil der Langseite als Oberbärort, der nach dem Urende zu gelegene Teil als Unterbärort bezeichnet. Man stellt die Pfannen in der Regel so auf, dafs sich der Boden nach der Mitte oder dem Feuerstücke zu etwas senkt, so dafs sich hier der auszuschöpfende Rest an Mutterlauge ansammelt.

Fig. 192.



Material der Pfannen[1]). Zu den Pfannen mit Unterfeuerung verwendet man Eisenblechtafeln, seltener Stahlblech. Die Verwendung von Gufseisen ist unzweckmäfsig, da es stärker ausfallen mufs und deshalb die Wärme schlechter überträgt. Bei der verschiedenen Ausdehnung durch ungleichmäfsige Erwärmung müssen die Gufseisenplatten zerspringen. Ein zähes Material, das in möglichst dünnen Tafeln noch genügende Haltbarkeit besitzt, ist am meisten geeignet. Man wählt deshalb bestes Feinkorn-Schweifseisen (z. B. Siegener Feinkorneisen) oder Flufseisen. Für die über der Feuerung und der Stichpfanne liegenden Teile wählt man wohl besonders sorgfältig geschweifste Eisenplatten von etwas gröfserer Stärke als im übrigen Teile der Pfanne, damit sie dem Durchbrennen mehr Widerstand leisten (Stichflammenbleche). Auch wählt man für das Feuerstück gewöhnlich kleinere Tafeln, als für die übrigen Teile der Pfanne, um kleinere Stücke auswechseln zu können, wenn sich Durchbrennungen oder geschwächte Stellen zeigen. Die kleineren Tafeln sind z. B. 53 bis 54 *cm* im Quadrat oder 63 *cm* lang, 46 *cm* breit, 57 *cm* lang, 52 *cm* breit, so dafs vier Tafeln mit etwa 4 *cm* Überblattung zusammengenietet ein Quadratmeter in den äufseren Nietreihen umfassen. Die gröfseren Tafeln wählt man 55 *cm* breit und 110 *cm* lang, auch wohl so grofs, dafs eine Tafel ein Quadratmeter bedeckt. Die Tafeln sehr grofs zu wählen, ist

[1]) Konstruktion der Salzsiedepfannen. *Ö. Z.* 1890, 38, 25 (*v. Przetocki*). Ferner: *Laubmann*, Verwendung des Eisens in den Salinen zu Pfannen, Trockenherden u. s. w. im *Bayer. Kunst- u. Gewerbeblatt* 1862, S. 403. *Berggeist* 1862, S. 71.

Digitized by Google

nicht zweckmäfsig, da die Überblattungen und die Nietreihen dem Pfannenboden Steifigkeit gegen das Durchbiegen geben. Es müfsten sonst stärkere Tafeln genommen werden, die die Wärme nicht so gut übertragen. Die Tafeln über der Mitte und dem Feuer nimmt man 6, 7 oder 8 *mm* stark, im übrigen 4 bis 5 *mm* stark, bei Stahlblech kann man auch bis auf 3 *mm* und weniger herabgehen. In Rothenfelde hat man Prima-Schweifseisenblech von 3 *mm* Stärke mit gutem Erfolge über den stärksten Gewölbefeuern angewendet, in Ebensee hat man Bessemerstahlbleche zu den Feuerstücken der Siedepfannen verwendet[1]). In Galizien nahm man früher 5 bis 6 *mm* starke Bleche von Schweifs- oder Flufseisen, jetzt 9 bis 10 *mm* starke, um Durchbiegungen zu vermeiden. Zum Versteifen der Feuerstücke hat man wohl unter dem Boden in Entfernungen von 32 *cm* Eisenstäbe angenietet, damit sich der Boden nicht biegt oder wirft.

Für die Borden nimmt man stärkere Bleche von 10 *mm* Stärke, um der ganzen Pfanne gröfsere Steifigkeit zu geben.

Die Verbindung der Bodenblechtafeln unter einander geschieht durch kalte Nietung. Dazu werden die Tafeln mit der Lochmaschine, die mit der Hand oder auf andere Weise bewegt wird (z. B. hydraulische Lochmaschine von Tangye Brothers in Birmingham) gelocht. Bei der Anfertigung neuer Pfannen nietet man wohl die einzelnen Tafeln zu Streifen zusammen und setzt diese dann so an einander, dafs die Nietreihen gegen einander versetzt sind, oder man fügt am Aufstellungsorte der Pfanne zunächst die Borden zusammen und beginnt von beiden Längsseiten das Aufnieten der einzelnen Tafeln, die sich dachförmig vom Borden nach der Mitte zu überdecken, damit beim Salzkrücken die Krücke nicht hinter den Blechkanten hängen bleibt.

Zum kalten Vernieten der Pfannenbleche nimmt man Niete mit flachrundem Kopfe und 10 *mm* starkem, 20 bis 40 *mm* langem Schafte, wovon 100 *kg* (etwa 3000 bis 3700 Stück) 30 bis 35 *Mk.* kosten. Die längsten Niete kommen dahin, wo die vier Tafeln mit den Ecken über einander geblattet sind (Kreuzniet), daneben kommen zunächst etwas weniger lange (dreifache) Niete und dann die gewöhnlichen (zweifache) Niete. Bei einfachen Nietreihen werden die Niete in 28 *mm* Abstand gesetzt. Auf eine Pfanne von 100 *qm*, die aus 400 Tafeln zusammengesetzt ist, werden 14000 bis 15000 Stück Niete verschlagen. An Arbeitslohn werden für den Niet 3 bis $3^1/_2$ *Pf.* gezahlt. Dabei sind drei Schmiede beschäftigt. Der eine schiebt den Niet von unten herein, nachdem die Bleche von dem Vorschläger genau mit den Löchern über einander gepafst und diese mit einem Locheisen noch etwas erweitert worden sind, und drückt die Amboswinde gegen den unteren Nietkopf, die beiden anderen Schmiede schlagen abwechselnd mit den Hämmern zu und zwar zunächst auf die Tafeln rings um den Niet-

[1]) *Rittingers Erfahrungen* 1868 (*Hempel*).

Digitized by Google

schaft, damit sich die Tafeln fest auf einander und an den unteren Nietkopf legen und schlagen dann auf das vorstehende Ende des Nietschaftes, bis sich dieser zu einem Kopfe erbreitert hat und mit der Umkröpfung fest auf die Tafeln auflegt, dann wird der Nietkolben aufgesetzt, der eine Aushöhlung entsprechend dem zu bildenden Nietkopfe hat, und durch Aufschlagen mit dem Hammer auf den Nietkolben der Kopf geglättet und gerundet. Derartige Nietung hält dicht genug, ohne dafs besonderes Dichtungsmaterial zwischen die Überblattungen gelegt werden mufs. Die stärkeren Bordenbleche nietet man warm, indem man den stärkeren Niet vorher rotglühend macht. Durch den erkaltenden Niet werden dann die Bleche um so fester zusammengezogen. Niete für 10 *mm* starke Bordenbleche sind 15 *mm* stark und 55 *mm* lang. Neun Stück wiegen 1 *kg*.

Im Salzkammergute legte man früher über dem Feuer die Bleche dachschindelartig über einander, so dafs sie doppelt und an den Stöfsen und Ecken drei- und vierfach über einander lagen. Um die Fugen wasserdicht zu machen, wurden sie mit Kalkbrei verschmiert. 1854 führte *v. Plentzner* die bei Dampfkesseln gebräuchliche Art der Vernietung ein, wodurch die Produktion wesentlich gesteigert und an Brennmaterial gespart werden konnte. Zu Aussee[1]) hat man später die Bodenbleche stumpf an einander stofsen lassen und auf untergelegte Schienen von 132 *mm* Breite und 66 *mm* Höhe doppelreihig aufgenietet. Die Vernietung ist mit 15,4 *mm* starken Nieten und am Pfannenboden mit halb versenkten Nietköpfen ausgeführt. Der schräge Bord ist wie der Boden zusammengenietet. Der Pfannenboden erhält dadurch mehr Steifigkeit und wird durch die Versenkung der Nietköpfe fast eben, so dafs Schlamm und Salz mit der Krücke rein abgezogen und Pfannensteinbildung besser verhütet werden kann. Allerdings müssen um der Versenkung willen stärkere Pfannenbleche genommen werden, sie sind wie die Unterlagsschienen 9 *mm* stark. Die passende Ausweitung der Nietlöcher erfordert mehr Arbeit, so dafs eine solche Pfanne kostspieliger herzustellen ist. Indessen hat sich die Pfanne in Aussee so gut gehalten, dafs, wie *v. Balzberg*[2]) mitteilt, bei 13jährigem, fast ununterbrochenem Betriebe nur 12 bis 15 Stück Pranftbleche, die an der Stelle des Soolspiegels durchgerostet waren, und sechs Bodenbleche ausgewechselt werden mufsten. Bei Ausbesserungen mufs allerdings sehr vorsichtig verfahren werden, damit sich die Nietlöcher nicht zu sehr weiten oder gegen den Rand aufreifsen. Für Pfannen mit mechanischen Austragvorrichtungen, wobei besonders jede Unebenheit des Bodens vermieden werden mufs, erscheint diese Art der Vernietung sehr zweckmäfsig.

In Galizien hat man die Laschenvernietung wieder aufgegeben.

---

[1]) *Ö. Z.* 1876, **24**, Nr. 16 (mit Abbildung).
[2]) *Preisschrift.*

Digitized by Google

In Soóvár (einzige Saline Ungarns, s. S. 261) setzt man die 80,82 und 89,91 *qm* grofsen Pfannen aus 619 *mm* grofsen, quadratischen Schmiedeeisenblechen zusammen, die in der Mitte 13 und an den Rändern 6 *mm* stark sind. Zur Zusammenfügung werden die Bleche an allen vier Seiten auf etwa 72 *mm* Breite rechtwinklig umgebogen, so dafs noch eine quadratische Fläche von 474 *mm* Seitenlänge bleibt. Das Aneinanderschliefsen der einzelnen Bleche geschieht durch 16 *mm* starke und 92 *mm* lange Schraubenbolzen mit Muttern und Zulageplatten, die bei den dem Feuerherde zugekehrten Platten über die umgebogenen Ränder zu liegen kommen. Es genügen für jede Umbördelung je vier Schrauben. Wo die Fugen gegen einander laufen, sind die Zulageplatten etwas überblattet. Bei diesem Verfahren war es schwierig, die Verbindungen dicht genug herzustellen, so dafs keine Soole durchsickerte, da man die Bleche nicht genau scharf rechtwinklig biegen konnte und bei den ausgeschnittenen und überblatteten Ecken oft feine Risse oder Fugen entstanden, die Soole durchsickern liefsen. Man ist deshalb dazu übergegangen, nunmehr quadratische, an den Ecken scharf abgebördelte, genau im rechten Winkel gepreifste Kesselbleche von 500 *mm* Seitenlänge anzuwenden. Hierbei passen die Seiten stets genau zu einander und das Auswechseln schadhafter Bleche ist sehr erleichtert. Die Fugen lassen sich dabei sehr leicht abdichten, so dafs die Pfanne vollkommen wasserdicht bleibt und auf Jahre hinaus keine gröfsere Ausbesserung beansprucht, höchstens die Auswechselung einiger Platten über dem Feuer. Die Platten sind in den einzelnen Reihen gegen einander versetzt (s. Fig. 193).

Diese Zusammensetzung bietet ähnliche Vorteile, wie die Nietung mit versenkten Nietköpfen in Ebensee. Der Pfannenboden bildet eine ebene Fläche und läfst sich ohne Hindernisse mit der Krücke zur Verhinderung von Salzaufbrennungen bestreichen. Pfannenstein wird sich zunächst nur in die Fugen setzen und diese völlig abdichten. Dabei bilden die Umbördelungen der einzelnen Platten eine gute Versteifung, so dafs sich die Pfannenböden nicht so leicht verziehen und uneben werden. Bei Feuerungen mit hohen Hitzegraden und schädlichen Verbrennungsgasen werden die Umbördelungen und Verschraubungen allerdings sehr leiden. Bei dem dort angewendeten Holzbrand wird dies weniger zu befürchten sein.

Früher richtete man die Pfannenbleche in der eigenen Werksschmiede zu Soóvár zu, jetzt werden sie nach genauem Mafse, rechtwinklig zugerichtet, von dem k. ung. Rohnitzer Eisenwerk (*Zólyom Brezó*) frei Éperies zu 17 *fl.* 25 *kr.* das Stück, die Zulageplatte zu 1 *fl.* 40 *kr.* geliefert.

Vier Arbeiter setzen in einer Tagesschicht 6 bis 10 Bleche mit Zulageplatten fertig zusammen. Das Auswechseln macht wenig Mühe. Die neuen Platten werden an Stelle der schadhaften eingesetzt und passen an jeder Stelle genau, da alle Platten nach gleichen Mafsen ebenso wie die Zulageplatten fertig gelocht sind.

Digitized by Google

Auf englischen Salinen legt man die Bleche mit der Längsseite quer zur Längsachse der Pfanne, schaltet aber Streifen schmaler Längs-

Fig. 193.

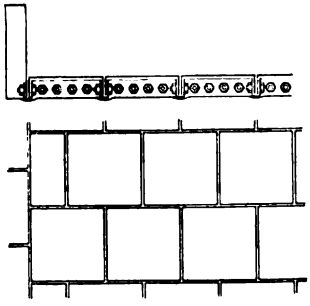
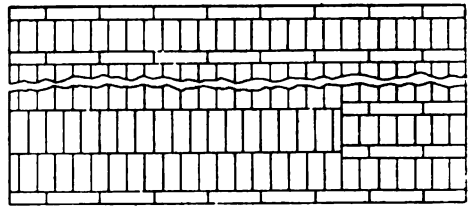


Fig. 194.



bleche zwischen die Tafeln ein, auf denen diese mit den kurzen Seiten aufgenietet sind (Fig. 194). Diese Längsbleche liegen auf den Herdzungen auf und verlaufen entweder durch die ganze Länge der Pfanne oder nur bis zu einem Viertel oder Drittel der Pfannenlänge. Von da ab sind die Stöfse der an einander genieteten Quertafeln gegen einander versetzt.

Die Bordbleche werden zur Verbindung mit den Bodenblechen nach innen umgebördelt, so dafs ein 5 bis 10 *cm* breiter Rand entsteht, auf dem die Bodenbleche aufgenietet werden. Auch am oberen Rande werden sie zur Versteifung umgebördelt und zwar nach aufsen, wodurch der Arbeiter für seine Krückstange ein rundes Auflager zum Vorschieben der Krücke erhält. In Dürrenberg sind die 43 *cm* breiten Bordenbleche oben auf 2,5 *cm*, unten auf 5,5 *cm* umgebogen, so dafs 35 *cm* Bordhöhe für die Pfanne verbleibt. In Schönebeck und auf anderen Salinen (Georgenhall, Bernburg) nimmt man zur Verbindung der Bodenbleche mit dem Pfannenbord Winkeleisen, 13 *mm* stark mit 13 *cm* breiten Schenkeln und nietet beide Bleche von aufsen an die Schenkel warm auf. Die Mitte der Nietreihe steht 35 *mm* vom Rande

Fig. 195.

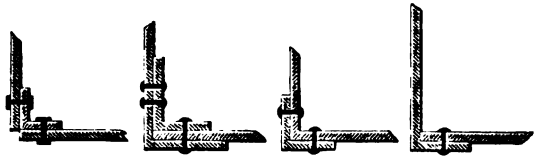
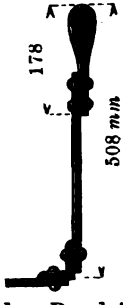


Fig. 196.



ab, und die einzelnen Nietlöcher sind 42,8 *mm* von einander entfernt. Verschiedene Arten der Verbindungen zeigt Fig. 195. Die Winkel bestehen meist aus Walzeisen, selten aus Gufseisen. Auch den oberen Rand versteift man durch angenietete Winkeleisen oder Rundeisen (Erfurt). Auf dem Falkwerke bei Winsford in England hat man statt Winkeleisen zur Versteifung des oberen Bordrandes besonders geformtes Eisen mit wulstförmigem Kopfe (*bulb-iron*) angewendet,

Digitized by Google

das an den Bord angenietet wird (Fig. 196). Gewöhnliches Winkeleisen ist jedoch billiger als das *bulb-iron*. Zu Georgenhall hat man den Pfannenbord aus zwei U-Eisen in Verbindung mit Winkeleisen für die Bodenbleche zusammengesetzt (Fig. 197). Das Eisen ist 10 *mm* stark.

In Galizien befestigt man den aus 8 bis 9 *mm* starken Blechen bestehenden Pfannenboden auf einem Rahmen von Winkeleisen, an dem die Borden angeschraubt werden. Als Dichtung zwischen Borden und Winkeleisen verwendet man 3 *mm* starke Kupferblechstreifen. Der Bordrand ist durch angenietetes Winkeleisen versteift. In Fig. 198 ist *a* der Pfannenboden, *b* der Pfannenbord, *c* die obere Winkeleisenversteifung, *d* der Winkeleisenrahmen, *e* die Kupferdichtung, *f* die Vernietung, *g* die Verschraubung. Die Nietlöcher werden meist gebohrt, oder gestanzt und nachgebohrt, damit Spannungen und daraus folgende

Fig. 197.

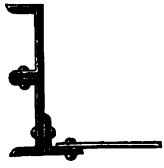
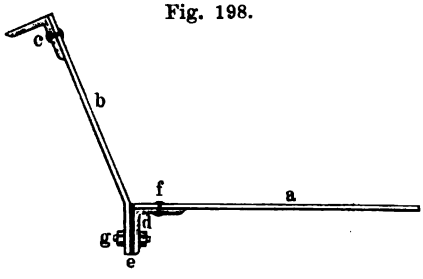


Fig. 198.



Risse in den Nietlöchern vermieden werden. Es wird warm genietet. An der Ausbärseite werden Gufseisenplatten mit angegossener Nase an den Bordrand aufgeschraubt. Diese haben die Holzläden zu halten, auf die die Arbeiter beim Ausbären treten. Auf den anderen Seiten werden trapezförmige Holzlatten aufgeschraubt, die mit Rinnen versehen sind, in denen sich das zusitzende Kondensationswasser der Deckladen sammelt.

Um das Umbiegen der Pfannenborde beim Verziehen des Bodens zu verhüten und den Pfannenbord im ganzen Umfange in gleicher Höhe zu halten, hat man ihn in Schönebeck gegen den Fufs der neben der Pfanne stehenden Säulen, die das Sprengwerk für den Pfannenmantel tragen, abgesteift und durch Eisenbänder mit den Säulen verbunden (Fig. 199, a. f. S.). *S S* sind zwei Zugeisen, die durch Schrauben *M* festgespannt werden, *K* ist eine Holzsteife.

In ähnlicher Weise sind in Galizien Schrägborde mit Spannvorrichtung versehen (Fig. 200). Hier dient eine in der Pfannenummauerung eingelassene Eisenschiene zur Anbringung der Zugbänder.

Zur Versteifung hat man wohl noch Verstärkungsrippen an den Bord angebracht, oder ihn mit einem Holzviergespann versehen, auf dem die obere Umbördelung fest aufgeschraubt wird. Auf westfälischen Salinen hat man Borde aus Gufseisen angewendet, die der Pfanne

Digitized by Google

besonders hohe Steifigkeit geben, auch bleibt dabei der obere Rand stets gleichmäfsig hoch. Man verbindet die Gufsstücke unter einander durch Falze und Schrauben und befestigt sie an den Winkeleisen des Pfannenbodens ebenfalls durch Schrauben. Zur Abdichtung in den Fugen dient dünne Pappe und ein aus Ätzkalk, Roggenmehl und Ochsenblut zusammengesetzter Kitt. Bei Beschädigungen müssen gewöhnlich ganze Platten ausgewechselt werden. Zu Aussee, Traunstein und an anderen Orten hat man den aus Blechen zusammengenieteten Pfannenboden an den Rändern mit gufseisernen Kasten

Fig. 199.

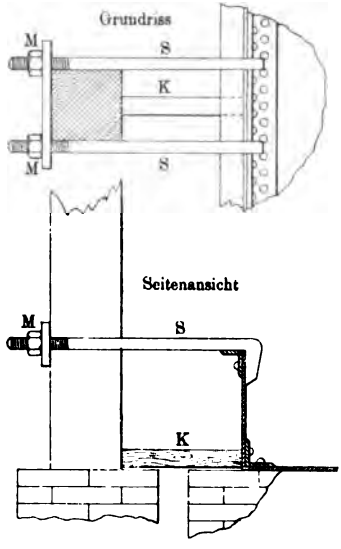


Fig. 200.

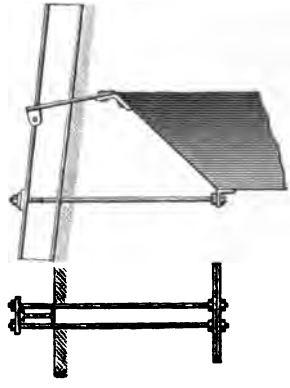
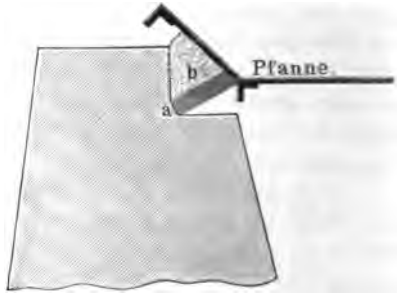


Fig. 201.



versehen, die mit den Borden zusammengeschraubt sind. Die Einrichtung ist jedoch später beseitigt worden.

Um die Wärmeausstrahlung an den Borden zu verhüten, hat man diese auch wohl aus Holz hergestellt, jedoch mufsten, wie Versuche in Dürrenberg und Juliushall ergeben haben, die hölzernen Borde innen mit Eisenblech beschlagen werden, um sie vor Abnutzung und Zerstörung durch die Soole zu schützen, so dafs sie ebenso teuer waren wie eiserne. Für minder erhitzte Soole bei langer Soggezeit, also bei Grobsalzbereitung, mögen sie verwendbar sein. Dampfpfannen, die unterschlächtig durch Dampf geheizt wurden, hat man zu Schwäbisch-Hall mit hölzernem Bord versehen, der mit dem Blechboden durch Schraubenbolzen verbunden ist.

Digitized by Google

Um die Ausstrahlung an eisernen Borden zu verhüten, stellt man (z. B. in Dürrenberg) keilförmige Besatzsteine aufrecht gegen den Bord und verschmiert die Fugen mit Lehmbrei, anderwärts läfst man den Bord aufsen frei und schützt ihn gegen Verrosten durch Kalkmilchanstrich.

Schrägborde in Galizien werden nach *Erwin Windakiewicz* in der Weise verwahrt, dafs die Pfannen etwas versenkt im Seitenmauerwerk stehen (Fig. 201) und gegen den Feuerherd zunächst durch eine mit Lehmbrei verschmierte Ziegelsteinschicht *a* abgedichtet werden, worauf eine Aschenanschüttung *b* zu liegen kommt.

Um das Rosten des Pfannenbleches im Inneren der Pfanne zu verhindern, wodurch das Salz gelb gefärbt werden würde, hat man früher auf württembergischen, badischen und österreichischen Salinen einen Zinkschutz [1]) in der Weise angewendet, dafs in den Ecken der Pfannen eine kleine hölzerne Scheidewand aufgestellt und dahinter die Ecke etwa 78 *mm* hoch mit Zink ausgegossen wurde. Um die Metalle besser mit einander in Berührung zu bringen, wird das Eisenblech an der betreffenden Stelle mit einem Sandstein blank gescheuert. Durch Schraubenbolzen wird der Zinkblock fest an das Eisenblech angezogen. Bei 138 *qm* Pfannenfläche hat man in jeder Ecke 15 bis 20 *kg* Zink verwendet. Nach $1^1/_2$ Jahren etwa müssen die Zinkblöcke, da sie sich vom Eisen allmählich ablösen, umgegossen werden. Die durch die Berührung beider Metalle hervorgerufene elektrische Wirkung soll das Eisen vor dem Verrosten schützen. Ein Zinksalz bildet sich nicht, wenn die Soole mit dem Zink nicht unmittelbar in Berührung kommt. Sollte es entstehen, so wird es, da es sehr leicht löslich ist, in der Mutterlauge zurückbleiben. Wirksam ist der Zinkschutz besonders, wenn bei niedrigen Temperaturen versotten wird, wo das Eisen leicht rostet, wie z. B. beim Dampfsieden (Dürrheim, Hall). In Hall hat man zwischen den hölzernen Bord und den eisernen Boden einen Zinkstreifen eingelegt und die Fuge durch ein Wergseil gedichtet. Versuche in Schönebeck mit derartigen Zinkeinlagen haben keinen Vorteil ergeben.

Kommt Soole mit dem Zink in Berührung, so bildet sich nach *Siersch* eine Lösung von Chlorzinknatrium, die beim Kochen zinkhaltiges Kochsalz absetzt, so dafs dann der Zinkschutz unangebracht ist.

Bei Grobsalzpfannen kann man den Boden auch durch einen Cementanstrich schützen.

Die nur selten angewendeten gufseisernen Pfannen hat man aus einzelnen kastenförmigen Teilen zusammengesetzt, deren Seitenwände nach unten und aufsen gerichtet und mit einander verschraubt sind. An der Feuerstelle nimmt man kleine Kasten, die in der Hitze

---

[1]) *Pr. Z.* 1855, **2**, 124. *Ö. Z.* 1863, **11**, 114. *Erdmanns Journ. f. prakt. Chem.* **100**, 508 (*Siersch*).

Digitized by Google

weniger leicht springen. Die Pfannen sind zwar wohlfeiler, haben aber ein gröfseres Gewicht und übertragen infolge stärkerer Wandungen die Wärme nicht so gut auf die Soole.

Der hohe Herstellungspreis, Rosten und Verziehen des Pfannenbodens geben Anlafs, wo es irgend möglich ist, ein anderes Material für die Salzpfannen zu wählen. Rohrdampfpfannen, die mit durchgeleitetem Dampf geheizt werden, stellt man wohl aus Holz her, desgleichen auch Vorwärmpfannen.

Aus Mauerwerk stellt man Siedepfannen her, wenn oberschlächtige Feuerung angewendet wird, ein Verfahren, das wegen der Unreinheit der Feuergase unzweckmäfsig und höchstens zum Vorwärmen oder Stören der Soole anwendbar ist.

Cementgufs empfiehlt *Simmersbach* für Pfannen mit durchlaufender Dampfheizung. Dieser Cement soll aus 70 *Tln.* Schlacke, 20 *Tln.* Sand und 10 *Tln.* Cement bestehen und nach 24 Stunden erhärten. Er leitet die Wärme schlecht, wird von der Soole nicht angegriffen und läfst eine billige, schnelle Herstellung zu. *Balzberg*[1]) empfiehlt für offene Circulationspfannen, in denen die in besonderen Soolerhitzern auf den Siedepunkt erhitzte Soole circulirt und infolge der Abkühlung und kräftigen Verdunstung Salz fallen läfst, Beton mit sorgfältig ausgeführtem Cementputz und wendet zur Berechnung der Wandstärke die Formel an:

$$W = 0{,}09 + 0{,}0125\ DH,$$

und für den Cementputz $0{,}01 + 0{,}0104\ H^2$, wobei W die Wandstärke, D die Länge der Wand und H die Labtiefe (die Höhe des Soolstandes) in Meter bedeutet. Der Beton soll bestehen aus 1 *Tle.* Perlmoser Portlandcement, 2 *Tln.* Sand, 3 *Tln.* Bruchsteinschlägelschotter und mufs eine Bruchfestigkeit von mindestens 2 *kg* auf das Kubikcentimeter haben. Für den Boden wird dieselbe Stärke wie für die Seitenwandung genommen. Er mufs auf einem festen Fundamente und auf Pflasterung in hydraulischem Kalke aufruhen. Die Seitenwände stellt man zwischen Gufseisenplatten her, wobei jede Schichtenbildung zu vermeiden ist. Sämmtliche Teile werden von Zeit zu Zeit mit Wasser übergossen. Der Verputz ist bei der Herstellung stets nafs zu halten. Zum Glattreiben nimmt man am besten gläserne Verreibplatten. Nach der Fertigstellung mufs die Pfanne sogleich zunächst mit Wasser gefüllt werden und bis zur völligen Erhärtung feucht gehalten werden. Kleine Mängel können in der Zeit noch nachgebessert werden. Eine tadellos hergestellte Pfanne ist auch gegen heifse Soole sehr widerstandsfähig. Hat aber Soole Gelegenheit gehabt, ins Innere des Betons zu dringen, so wird der Zusammenhalt durch das Auskrystallisiren des Salzes zerstört.

Das Ausbessern, Flicken der schmiedeeisernen Pfannen geschieht in der Weise, dafs man das schadhafte Stück mit dem Schrot-

[1]) *Preisschrift.*

Digitized by Google

meifsel heraushaut und das neue Stück einpafst und aufnietet. An der heifsesten Stelle über dem Feuer mufs gewöhnlich alle Jahre ein gröfseres Stück aus mehreren Tafeln bestehend ausgewechselt werden. Kleinere Lecke, die während des Versiedens bemerkt werden, sucht man dadurch zu verstopfen, dafs man mit einem Reiserbesen gelöschten Kalk auf die leckende Stelle bringt. Man läfst, wenn dies nicht sogleich hilft, den Besen längere Zeit auf der Stelle aufliegen, indem man ihn gegen den Pfannenmantel absteift, bis der Kalk erhärtet ist, oder abdichtender Pfannenstein aufgebrannt ist. Die schadhafte Stelle läfst sich während des Betriebes nicht immer leicht finden. Am Ende der Pfanne hat man, um den Herd überschauen zu können, einzelne Steine lose an die Pfanne angelegt. Nimmt man diese weg, so kann man durch die Öffnungen in die einzelnen Herdzüge blicken und feststellen, wo sich der Leck befindet. Beim Kaltlager kann man kleine Löcher durch einzelne Niete oder auch durch eine Schraube mit gröfserer Unterlagsplatte schliefsen, wenn man eine längere Unterbrechung vermeiden will. Beim Steinigen der Pfannen (Ausbrechen des Pfannensteins) prüft man durch Aufschlagen mit dem Hammer die Stärke der Blechtafeln und erkennt am Ton, ob sie bereits so sehr geschwächt sind, dafs ein Auswechseln geboten ist.

Beim Abschlagen der Nietköpfe mit Meifsel und Hammer mufs vorsichtig verfahren und verhütet werden, dafs durch abspringende Eisensplitter oder Nietköpfe Jemand verletzt wird. Der Arbeiter, der den Meifsel hält, deckt deshalb mit der anderen Hand einen Reiserbesen über den Nietkopf, auch hat man den Arbeitern Schutzbrillen gegeben, die aber, weil es unter den Pfannenmänteln ziemlich dunkel ist, nicht gern getragen werden.

Damit sich der Pfannenboden beim Ausbessern nicht verbiegt und verzieht, wird er durch Stempel nach oben und unten abgesteift, auch bringt man zwischen die Pfannenborde Steifen.

Eine aus drei Mann bestehende Schmiedekameradschaft ist im stande, bei Ausbesserungen mit allen Arbeiten, nämlich Abschlagen der alten Niete, Ausschneiden der schadhaften Stücke, Zuschneiden und Lochen der neuen Stücke, in der Stunde etwa 30 bis 40 Niete kalt zu verschlagen. Die Arbeit bezahlt man nietweise mit 3 oder $3^1/_2$ *Pf.* für das Stück.

Eine Siedepfanne von 100 *qm* Fläche erfordert bei 10 *mm* starken Borden und 6 bis 7 *mm* starken Bodenblechen 35 Stück Bordbleche, je 125,5 *cm* lang, 43 *cm* hoch und 391 Stück Pfannenbleche, je 57 *cm* lang, 52 *cm* hoch, davon 40 Sfück je 14 *kg* schwer für das Feuerstück, die übrigen je 12 *kg* schwer, dazu

396	Bordniete	55 *mm*	lang,	15 *mm*	stark,
352	Kreuzniete . . .	40 „	„	10 „	„
1408	dreifache Niete .	35 „	„	10 „	„
13024	zweifache Niete .	25 „	„	10 „	„

Digitized by Google

1 *kg* enthält davon je nach der Länge 9, 29, 32, 37 Stück. Die Pfanne wiegt danach:

an Pfannen- und Bordblech	6347 *kg*,
an Nietmaterial	447 „
zusammen . .	6794 *kg*,

und kostet bei Preisen von 16 *Mk.* für 100 *kg* Pfannenblech 33 *Mk.* für 100 *kg* Niete 1163 *Mk.* An Löhnen für Zusammensetzen und Vernieten berechnen sich 158 *Mk.* 40 *Pf.* für die Borden, 517 *Mk.* 44 *Pf.* für den Boden, zusammen 675 *Mk.* 84 *Pf.*, so dafs die Pfanne etwa 1839 *Mk.* kostet.

Der Herd. Unter den Pfannen befindet sich der Herd, in dem sich die Feuergase zum Heizen der Bodenfläche verteilen. Die Herdsohle (Pfannenstatt) liegt 70 *cm* und mehr, auch weniger tief unter dem Pfannenboden und ist entweder nach der Feuerung zu geneigt, oder zugleich nach der Mittellinie zu abgedacht, oder fast horizontal und überall in gleichem Abstande vom Pfannenboden.

Je nachdem sich die Heizgase von der Feuerung aus gleichmäfsig nach allen Seiten der Pfanne verteilen, oder von der Feuerung aus die Pfannen in bestimmten, durch Feuerzüge bezeichneten Richtungen bestreichen, unterscheidet man stehende Feuerungen und streichende Feuerungen. Bei ersteren liegt die Herdsohle bedeutend tiefer unter dem Pfannenboden als bei letzteren. Streichen die Heizgase von der Feuerung aus nach allen Richtungen unter der Pfanne hin, so bezeichnet man den Herd als Strahlenherd, werden die Heizgase in Feuerzügen wiederholt unter der Pfanne hin- und zurückgeführt, bevor sie in die Esse oder zuvor unter die Trockenpfanne gelangen, so bezeichnet man den Herd als einen Cirkulirherd.

Je nachdem man den Heizgasen einen bestimmten Weg vorschreibt oder nicht, ruht die Pfanne mit dem Boden auf den Zungen der Feuerzüge oder auf Pfannenstehern auf. Der Rand der Pfanne ruht entweder in einigen Centimetern Breite auf der äufseren Umfassungsmauer auf oder nur auf Vorsprüngen der Umfassungsmauern des Herdraumes. Die Fuge zwischen Pfannenrand und Mauerwerk wird dann durch Bordsteine zugedeckt, so dafs die Heizgase auch die Seitenteile der Pfanne gut erwärmen können. Oftmals will man dies vermeiden, besonders bei Grobsalzgewinnung, wo bei längerem Lagern des Salzes am Bord ein Aufbrennen leichter möglich ist. Man legt dann an die Längsseiten tote Züge (*a a* in Fig. 202 bei englischen Salinen), die auch an einer Stelle mit dem übrigen Herdraume in Verbindung stehen können, aber so, dafs die Heizgase nicht hindurchstreichen. Die Erwärmung geschieht dann nur durch Strahlung oder Diffusion der Heizgase.

Die Mauerzungen stellt man aus Ziegelsteinen einen halben Stein

Digitized by Google

stark her und nimmt zur obersten Schicht, auf der die Pfanne aufliegt, dachförmige Steine, damit keine zu grofse Berührungsfläche entsteht, die der unmittelbaren Einwirkung der Heizgase auf den Pfannenboden entzogen wird. Mitunter läfst man die Pfanne nicht unmittelbar auf dem Mauerwerke der Herdzungen aufliegen, sondern bringt Zungeneisen darunter an, die auf die Mauerzungen zu liegen kömmen (Schönebeck). Wo keine Züge eingerichtet werden sollen, wendet man Pfannensteher an, kleine gemauerte Stützpfeiler oder gufseiserne Säulen. Aufserdem hängt man noch mitunter die Pfanne, wenn keine Mauerzungen zum Auflager da sind, durch Hängeeisen am Dachgebälk auf, besonders das Feuerstück, wo die Steher fehlen. Andererseits bringt man auch wohl den Pfannenbord durch Zugeisen mit dem Mauerwerk des Herdes in Verbindung, um ein Aufbiegen des Pfannenrandes zu verhindern, und zu verhüten, dafs kalte Luft am Pfannenrande unter die Pfanne tritt und die Wirkung der Heizgase schwächt.

Fig. 202.

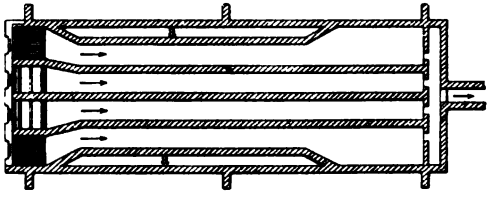
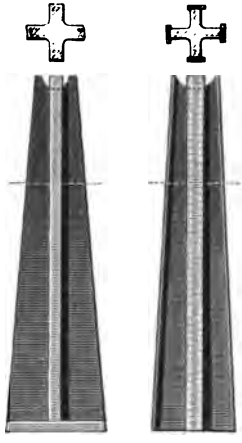


Fig. 203 a. Fig. 203 b.



Die auf galizischen Salinen benutzten Pfannensteher bestehen aus Gufseisen und haben einen Kreuzquerschnitt entweder nach Fig. 203 a oder 203 b, sie laufen vom Fufse zum Kopfe konisch zu. Für die dem Feuer ausgesetzten Pfannensteher wählt man die Form 203 b, wo die Rippen noch durch angegossene Leisten verstärkt sind. Zwischen Rippen und Leisten wird eine Verkleidung aus zerstofsenem alten Chamotte, gewöhnlichen Ziegeln und so viel feuerfestem Thon, als zur Bindung der Masse nötig ist, angebracht. Die Zahl der Pfannensteher wird nach der für den Abstand der Auflagerpunkte einer unterstützten Platte mafsgebenden Formel bestimmt, wobei die Versteifungen der Überblattungen im Pfannenboden aufser Rechnung bleiben [1]).

Die Pfanne wird so über den Herd gelagert, dafs der mittlere Teil etwas muldenförmig tiefer liegt als die Ränder, und der über dem Feuer liegende Teil tiefer, als das gegenüberliegende Ende, damit die Pfanne über der heifsesten Stelle niemals trocken liegt.

Circulirherde legt man entweder so an, dafs die Feuergase nur einmal von der Feuerung aus durch die Züge unter der Pfanne hin-

[1]) S. auch *Ö. Z.* 1890, **38**, 25.

Digitized by Google

streichen, oder dafs die Feuergase ein- oder zweimal zurück- und hingeführt werden (Fig. 204 und 205). Gewöhnlich legt man unter jeder Pfanne zwei getrennte, neben einander liegende Feuerungen an und trennt die Heizgase durch eine im Herde unter der Pfanne durchlaufende Mittelzunge. Werden die Züge zu breit, so dafs die Pfanne keine genügende Unterstützung finden würde, so stellt man auch noch eine oder zwei Zwischenzungen in die Züge.

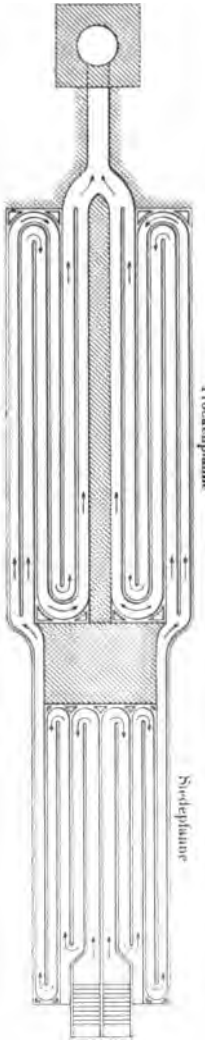


Fig. 205.

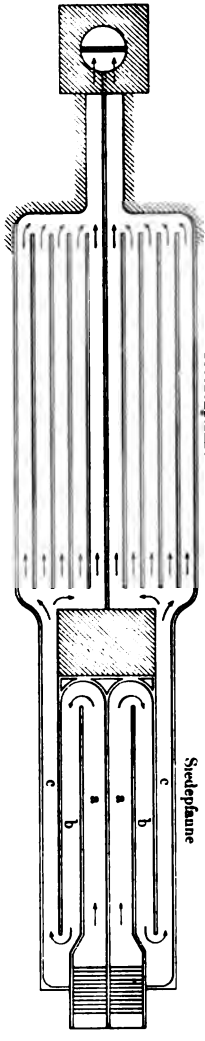


Fig. 204.

Die Temperatur und infolge dessen das Volumen der Verbrennungsgase nehmen bei der Entfernung von der Feuerung ab. Damit man eine gleiche Geschwindigkeit und eine gleiche Wärmeabgabe erzielt, werden die Querschnitte der Feuerzüge nach der Esse zu geringer ausfallen müssen. Wo die Heizgase nur einmal unter der Pfanne durchstreichen, wird die Verengung der Heizzüge dadurch erreicht, dafs man die Herdsohle nach dem Pfannenende zu ansteigen läfst, im übrigen dadurch, dafs die Mauerzungen näher an einander gestellt werden. *Nöggerath*[1]) hat das Bildungsgesetz der Linie des gekrümmten Zuges entwickelt.

Die von *Nöggerath* für die Geschwindigkeit der Heizgase ermittelte Formel lautet:

[1]) *Civil-Ing.* 1860, 6, 77.

Digitized by Google

$$h_x = \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha T_n} h_n + \frac{\alpha (T_1 - t)}{1 + \alpha T_n} h_n e^{-nx},$$

worin

h_x der Abstand irgend eines von der Feuerung im Abstande x befindlichen Punktes der Pfanne vom Herdboden,

h_n die Endhöhe des Heizgaszuges,

T_1 die Anfangstemperatur der Heizgase,

T_n die Endtemperatur der Heizgase,

t die Temperatur der erhitzten Flüssigkeit,

α der Ausdehnungskoëfficient der Verbrennungsgase,

e die Basis der natürlichen Logarithmen,

n ein Koëfficient ist, der proportional zur Pfannenbreite b und zum Transmissionskoëfficienten des Materials $\varkappa$ und umgekehrt proportional zu der Wärmekapacität der Verbrennungsgase s und zu dem Gewichte Q der Verbrennungsprodukte ist, die in einer Sekunde durch den Querschnitt bei x strömen.

Mühlmann empfiehlt nach Versuchen bei Pfannen von 98,5 *qm* Bodenfläche für Holzfeuerung eine Breite der Züge von 94 bis 125 *cm* und in den äufsersten, zu beiden Seiten gelegenen Zügen von 86 *cm* und eine Höhe von 31 *cm*, die sich nach dem Ausgange auf 24 *cm* vermindert; für Torf- und Braunkohlenfeuerung eine Breite von 73 bis 105 *cm* und 63 *cm* bei einer Höhe von 37 *cm*, die sich gegen den Ausgang bis auf 31 *cm* vermindert. *Nöggerath* empfiehlt für Pfannen derselben Gröfse von 6,28 *m* Breite und 15,7 *m* Länge 141 *cm* breite Züge. In Dürrenberg sind für Braunkohlenfeuerung auf Treppenrosten bei einer Breite der Pfanne von 8 *m* und einer Länge von 12,4 *m* die Herdzüge 110 *cm* hoch und für jede der beiden Feuerungen die ersten hinführenden Züge *a* (Fig. 204) 110 oder 115 *cm* breit, die rückführenden Züge *b* 75, 105 oder 110 *cm* breit und die äufsersten hinführenden Züge *c* 70, 100 oder 105 *cm* breit.

Zweckmäfsig ist es, die Züge jedenfalls so hoch und breit herzustellen, dafs sie zum Ausräumen der Flugasche und Wegbrechen der Salzpfeiler, der durch Pfannenlecke entstandenen Salzaufbrennungen, die den Querschnitt der Züge verengen, von Arbeitern befahren werden können, ohne dafs die Pfanne gehoben oder bei Trockenpfannen ein gröfserer Teil des Belages entfernt werden mufs.

Gewöhnlich werden die Gase in den Zügen nur einmal zurückgeführt (Fig. 204), mitunter jedoch auch zweimal, alsdann liegen fünf Züge auf jeder Pfannenhälfte neben einander (Fig. 205).

Verschiedene Formen der Cirkulirherde in Wimpffen zeigen die Fig. 206 (a. f. S.) und 207. *a a* sind die getrennten Feuerungen, *b* die Zungen, *c* Füchse. Die Feuerroste liegen 63 bis 73 *cm* unter dem Pfannenboden und die Heizzüge nehmen bis auf 37 *cm* ab.

An den Wendungsstellen nimmt man den Querschnitt etwas gröfser, da sich hier hauptsächlich Flugasche absetzt, vertieft auch wohl

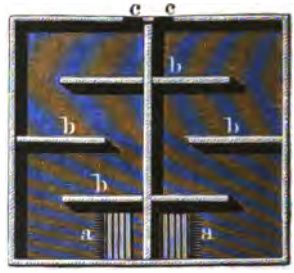
Digitized by Google

die Herdsohle etwas (um 8 bis 10 *cm*), damit sich die Flugasche in der Vertiefung ansammeln kann.

Strahlenherde sind mehr auf österreichischen Salinen in Anwendung. Zu Hallstadt ruht nach älterer Bauart die Pfanne *A* (Fig. 208) auf vier Umfassungswänden und auf gufseisernen Säulen oder Thonpfeilern *x* (Stehern). Die Steher haben unten 21 *cm*, oben 18 *cm* Durch-

Fig. 206.

Fig. 207.



messer und bestehen aus einzelnen 16 *cm* hohen, abgestumpften Kegelstücken, die über einander gestellt und durch Thonmörtel verbunden sind. Sie sind entweder so gestellt, dafs sie radiale Gassen bilden, oder so, dafs sie zunächst bei der Feuerung keine besonderen Gassen bilden, so dafs die Flamme mehr aufgehalten und die Hitze besser verteilt wird (Hallein). In Ischl hat man bei rechteckigen Pfannen die Steher so gestellt, dafs sie von der Feuerung bis zur Mitte der Pfanne gerade parallele Gassen bilden und von da ab radial verlaufen. Diese Ein-

Fig. 208.

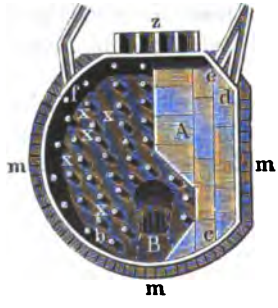
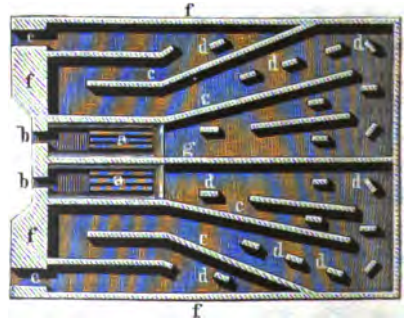


Fig. 209.



richtung ist der vorzuziehen, wo die Gassen gleich von der Feuerung weg radial verlaufen. In Fig. 208 ist *m* die Pfannenmauer, *B* die Feuerung für Holzbrand, Pfannenofen oder Feuerschüre, *bc* die Feuerseite, *bf* die Umstreichseite, *ef* das Urende, *cd* die Bärstatt.

Auch eine Verbindung von Strahlenherd mit Circulirherd ist versucht worden (Königsborn, Schönebeck), die durch Fig. 209 dargestellt wird. Es sind *a* zwei Roste, *b* Schüröffnungen, *c* Rippen der

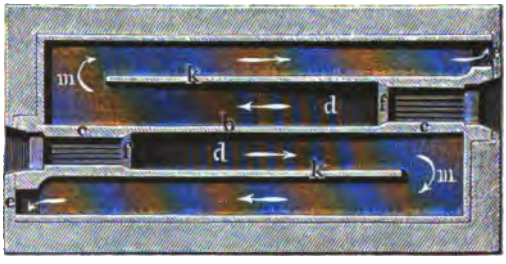
Digitized by Google

Züge, *d* Steher, *e* Züge nach den Trockenräumen, *f* Umfassungswände des Herdes, *g* Zunge. Die Heizgase entweichen entweder wie gewöhnlich an der der Feuerung entgegengesetzten Seite durch Kanäle, oder es laufen an drei Seiten um die Pfanne gemauerte Züge mit Schlucklöchern, durch die die Gase ausziehen und zur Esse gelangen.

Teils Strahlen-, teils Cirkulirherd hat die in Fig. 210 veranschaulichte Pfanne (früher in Aussee), die 15,2 *m* lang und 7,6 *m* breit ist und auf einer Längsseite mit vier Holzfeuerungen *a* versehen ist. Der Pfannenboden liegt 173 *cm* über dem Roste. In der Mitte ruht die Pfanne auf Stehern *b*, zu beiden Seiten auf Zungen *c*, die Cirkulirkanäle bilden. Durch diese ziehen die Heizgase zu den Essen *d* neben dem Dunstfange *e* (tyrolisch-österreichisches System).

Fig. 210.

Fig. 211.



Nöggerath[1]) empfiehlt, gestützt auf die Gesetze, nach denen sich die Wärme von den Verbrennungsgasen auf die von ihnen umspülten Pfannenflächen überträgt, folgende Anordnung. Die Pfanne *a* (Fig. 211 und 212) von 6,28 *m* Breite und 15,7 *m* Länge (98,5 *qm* Bodenfläche)

Fig. 212.

steht auf einem durch die Scheidewand *b* in zwei Teile geteilten Herde. Jede Herdhälfte hat einen Rost *c* auf gegenüber liegenden Seiten. Der 141 *cm* breite Feuerzug *d* macht nur einmal bei *m* eine Wendung und mündet bei *e* in einen Kanal, der in den Trockenraum oder zur Esse führt. Hinter der Feuerbrücke *f* hat die Herdsohle *g* die gröfste Tiefe,

[1]) *Civil-Ing.* 1860, 6, 105.

Digitized by Google

sie steigt dann um so viel an, als die Stärke des Zuges dies erforderlich macht. *h* ist der Aschenfall, *i* der Luftzuführungskanal, *k* sind Zungen, *l* das Schürloch. Die stärkste Erhitzung erfährt hierbei die Pfanne an den beiden schmalen Seiten, nach der Mitte und den beiden langen Seiten nimmt die Erwärmung gleichmäfsig ab. Dadurch soll ein gleich starkes Sieden auf allen Teilen der Pfanne herbeigeführt werden. Nur die schräg ansteigenden Langseiten werden weniger erwärmt.

Auf galizischen Salinen hat man den Herdboden, um Wärmeverluste zu vermeiden, unterwölbt. Über den zwischen I-Eisen gemauerten Gewölbebogen bringt man eine 30 *cm* hohe Aschenschüttung, dann Ziegelsteinpflaster mit Verputz. Unter den Gewölben ruht eine etwa 1 *m* hohe Luftschicht als Isolirung. Der Boden des Gewölberaumes besteht aus Ziegelpflaster, das mit Cement ausgegossen ist. Den Herdboden hat man mitunter nach der *Nöggerath*schen Formel gebaut.

Wo es auf hohes Salzausbringen in der Pfanne und hohe Abzugstemperaturen der Heizgase zum Dörren ankommt, wie auf österreichischen Salinen, da sind Strahlenherde angebracht. Eine bessere Ausnutzung der Wärme unter der Pfanne, also ein höheres Salzausbringen auf die Brennmaterialmenge liefern die Cirkulirherde. Wo gröfsere und runde Pfannen betrieben werden, in denen mehrere Wochen ohne Unterbrechung gearbeitet wird, und wo ausgiebige Verwendung für die Abhitze vorhanden ist durch Erwärmung von Nachpfannen, Vorwärmpfannen, Dörrkammern und wo es auf möglichst gleichmäfsiges Salzkorn ankommt, da sind Strahlenherde zweckmäfsig. Die Pfannen leiden infolge der gleichmäfsigeren Erwärmung weniger und es wird, da die Züge wegfallen, an Mauerwerk gespart.

Der Pfannenmantel (Dunstdeckel) dient dazu, den Broden der versottenen Soole zu sammeln und dem durch das Dach des Siedegebäudes hindurchgeführten Brodenfange (Dunstfang, Dunstschlot) zuzuführen, durch den der Dampf ins Freie entweicht. Aufserdem hindert der Mantel den Zutritt frischer Luft, durch die die Soole an der Oberfläche stark abgekühlt werden würde. Um den Luftzutritt noch mehr zu hemmen, wird der Raum zwischen Pfannenmantel und Pfannenbord mit hölzernen Deckladen verschlossen, die jedesmal abgenommen werden müssen, wenn in der Pfanne mit der Krücke gearbeitet werden soll. Die Deckladen hat man wohl auch an hölzernen Charnieren am Pfannenmantel befestigt, so dafs sie aufgeklappt und durch hölzerne Hakenarme festgestellt werden können.

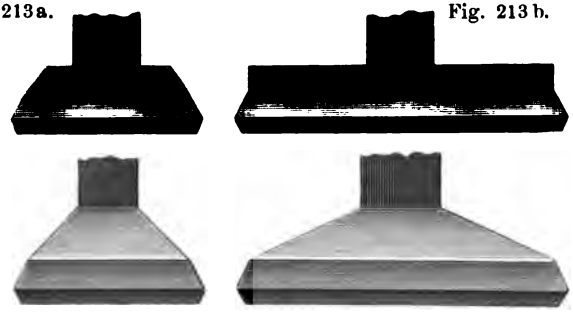
Pfannenmantel und Brodenfang sind in der Regel aus Holz gefertigt, bei geschlossenen Pfannen, z. B. bei Rundpfannen mit maschinellem Rührapparat aus Eisenblech. Je nachdem der Mantel dazu dient, auch das ausgeschlagene Salz aufzunehmen oder nicht, wird er stärker oder schwächer gebaut. Der Pfannenmantel besteht aus den beiden dicht über dem Pfannenrande an Hängeeisen aufgehängten Pfannenbäumen

Digitized by Google

mit zwei Querriegeln, die zusammen ein Geviert bilden. In der an dem Feuerende der Siedepfanne stehenden Brandmauer sind die Enden der Pfannenbäume mitunter verlagert, wodurch der Rahmen besseren Halt bekommt, ein kleineres, dem Querschnitte des Brodenfanges entsprechendes Geviert ist nahe am Dachgebälk befestigt und gegen die Pfannenbäume abgespreizt. Dieses Pfannenmantelgerüst ist dann mit leichten Brettern verkleidet, oder, wenn der Mantel das ausgeschlagene Salz tragen soll, mit starken Bohlen belegt.

Bei der älteren Bauart auf norddeutschen Salinen gab man dem Mantel die Form einer steilen, schiefen, vierseitigen, abgestumpften Pyramide, deren obere abgestumpfte Spitze in den Brodenfang auslief, bei der neueren, besonders in Schönebeck angewendeten Bauart stellt man den Mantel flach mit wenig dachförmig geneigten Deckflächen her, mitten über der Pfanne liegen die Bohlen ganz flach, da von hier aus die Wegschaffung des ausgeschlagenen Salzes besorgt wird. Die spitzen Pfannenmäntel belegt man an beiden Längsseiten zur Aufnahme des

Fig. 213a. Fig. 213b.



Salzes mit einer dichten Bretterverschalung und führt zur Einteilung in Fächer, entsprechend den Hängeeisen, eine Reihe von Scheidewänden auf. Damit das ausgeschlagene Salz nicht in die Pfanne zurückfallen kann, setzt man bei fortschreitender Auffüllung Vorsatzbretter vor das Salz, die an den Holzverkleidungen der Hängeeisen durch hölzerne Wirbel gehalten werden, oder man hat, besonders früher, Salzklappen angewendet, die in hölzernen, selten eisernen Charnieren beweglich sind und durch hölzerne Hakenarme in einer nach dem Pfannenmantel abfallenden geneigten Lage gehalten werden, die mit der Pfannenverschalung etwa einen Winkel von 100 bis 120° ausmacht. Während bei Anwendung von Vorsatzbrettern ein spitzwinkeliger Raum zur Aufnahme des Salzes entsteht, bilden die Salzklappen einen stumpfwinkligen, oben erweiterten Raum zur Aufnahme des Salzes, das infolge dessen nicht so hoch aufgefüllt zu werden braucht.

In Galizien ist man umgekehrt von den älteren flachen zu spitzen Pfannenmänteln übergegangen (Fig. 213 a und b[1]). Die früher angewen-

[1]) *Ö. Z.* 1896, **44**, 289.

Digitized by Google

dete doppelte Schalung hat man jedoch aufgegeben, da die zwischen die Schalung tretenden Dämpfe Anlafs zu Fäulnis gaben. Der Pfannenmantel wird dort entweder an Zugstangen an der Balkendecke aufgehängt oder auf dem Fundamente auf I-Eisen gestützt, die mit Anker und Unterlagplatte im Mauerwerke befestigt sind.

Die spitzen Mäntel verdunkeln den Siederaum sehr, sie erfordern mehr Holz als die flachen Mäntel, sind also teurer in der Herstellung. Das Salz mufs höher aufgeschichtet werden und preíst sich durch das eigene Gewicht fester zusammen, bleibt also weniger locker. Bei den flachen Mänteln fallen Scheidewände und Salzklappen oder Vorsatzbretter weg. Auch die Deckladen hält man auf einzelnen Salinen für entbehrlich, da das häufige Abnehmen und Aufsetzen viel Zeit erfordert, bei der Feinsalzbereitung aber meist ohne längere Unterbrechungen mit der Krücke in der Pfanne gearbeitet werden mufs, so dafs man sie nur bei der Grobsalzbereitung anwendet.

Während beim Abtropfen des hoch aufgeschichteten Salzes der spitzen Mäntel die Soole einen weiten Weg zum Abtropfen zurückzulegen hat, indessen durch die Pressung des Salzes zunächst schneller entfernt wird, kann bei dem auf flachen Mänteln frei lagernden Salz die Luft besser von allen Seiten hinzutreten. Es bildet sich äufserlich eine feste Salzrinde durch Verdunstung der Soole, die die weitere Abtrocknung des Salzes hindert. Das lockerer lagernde Salz hält eine gröfsere Menge Soole zurück und kommt nach 24stündigem Abtropfen mit einigen Prozenten mehr Feuchtigkeit auf die Trockenpfanne. Es wird bei flachen gegenüber spitzen Mänteln mehr Feuchtigkeit durch Wasserverdunstung und weniger durch Abtropfen entfernt, so dafs spitze Pfannenmäntel ein etwas reineres Salz als flache Pfannenmäntel liefern werden. Um das Abtropfen zu begünstigen, schneidet man in die unteren Enden der Bohlen des Pfannenverdeckes keilförmige Schlitze, durch die die Sohle an der hinteren Seite der Pfannenbäume in die Pfanne zurücktropft. Bei spitzen Pfannenmänteln ist dies ebenso vorteilhaft wie bei flachen Mänteln, da der aufsteigende Broden verhindert, dafs das Salz über den Öffnungen eine feste Rinde bildet, die der Soole den Durchtritt versperren würde. Die bei flachen Mänteln sich am Salz äufserlich bildende feste Rinde verhindert das Durchtreten der abtropfenden Soole, so dafs sich z. B. in Dürrenberg die Anbringung solcher Einschnitte in die Bohlen des Verdeckes als erforderlich gezeigt hat. Diese Öffnungen müssen jedesmal nach dem Abtragen des Salzes von Salzansätzen befreit werden, da sie sich nach und nach verstopfen. Bei flachen Mänteln bedient man sich zweckmäfsig der Deckenbahnen (Schönebeck, Dürrenberg), jedoch hat man auch Schienenbahnen über die Pfannenverdecke gelegt (St. Nikolas, Schweizerhall).

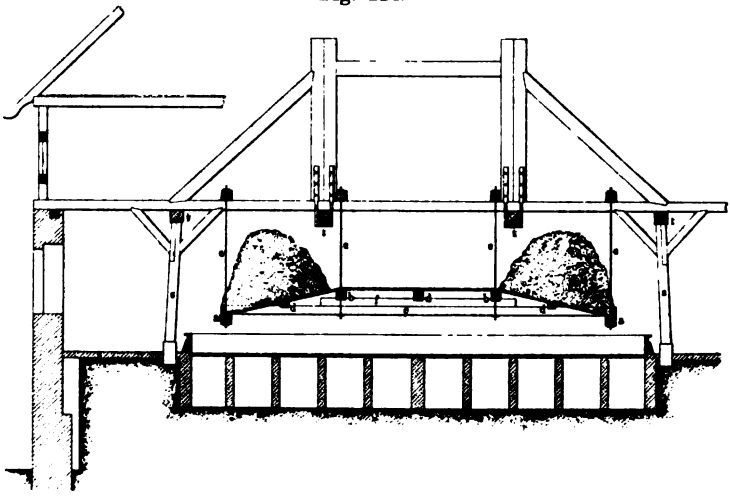
Um den Verkehr der Arbeiter auf dem Pfannenmantel zu sichern, ist polizeiliche Vorschrift, dafs besondere Laufbretter über den Mantel gelegt werden müssen, so dafs immer eine gröfsere Anzahl Verdeckbohlen

Digitized by Google

zusammen belastet werden. Die sichere Lage der Bohlen mufs häufig kontrollirt, schadhafte müssen im Interesse der Sicherheit des Arbeitspersonals sogleich durch neue Bohlen ersetzt werden.

Das Gerüst der flachen Pfannenmäntel (Fig. 214) besteht aufser dem unteren Geviert *a a c* noch aus zwei Langhölzern *b b*, die mit den Enden auf den Querriegeln *c* aufliegen und ebenfalls durch Hängeeisen *e* getragen werden. Zur Erhöhung des mittleren Mantelteiles legt man auf die Querriegel noch eine Schwelle *f* auf. Die Bohlen des Verdeckes sind etwa 2,5 *m* lang, sie liegen mit den Enden auf den vier Langhölzern des Pfannengerüstes auf und sind in den äufseren Pfannenbäumen *a a* etwas eingelassen, so dafs sie nicht abrutschen können. In der Mitte sind die Bohlen nochmals durch ein schwächeres Kantholz *d* unterstützt, so dafs sie sich nicht durchbiegen.

Fig. 214.



Beim Flicken der Pfannen sind die flachen Pfannenmäntel sehr hinderlich. Die Gerüsthölzer und der Belag hindern die freie Bewegung der Schmiede beim Vernieten. Das Salz mufs heruntergenommen und der Bohlenbelag an der betreffenden Stelle entfernt werden. Bei gröfseren Pfannenausbesserungen nimmt man den ganzen Belag herunter und zieht die Gerüsthölzer an den Hängeeisen nach der Balkenlage zu um einiges herauf.

Zum Zusammenfügen der Scheidewände und zum Befestigen der Mantelbretter auf den Gerüsthölzern bedient man sich zweckmäfsig hölzerner Nägel, damit nicht wie bei eisernen Nägeln das Salz durch Rost gelbe Flecke bekommt. Die Hängeeisen *f*, Fig. 215 (a. f. S.), werden, soweit Salz mit ihnen in Berührung kommen kann, mit Holz *k* verkleidet. Sie gehen durch die Gerüsthölzer hindurch und sind mit Unterlagscheibe und eisernem Splint versehen, über den Tragbalken werden sie durch

Digitized by Google

Schrauben und Muttern gehalten. Damit von den unteren Enden kein abtropfender Broden oder Soole Rost auf das angekrückte Salz trägt, hat man kleine hölzerne Schutzkasten *i* um die Enden der Hängeeisen gelegt.

Früher benutzte man das Dachgebälk zur Befestigung der Pfannenmäntel, jetzt hat man aber, um das Dachgebälk nicht zu belasten, die Tragwerke für den Pfannenmantel möglichst unabhängig von den Umfassungsmauern und der Balkenlage hergestellt. Dies geschieht durch besondere Sprengwerke, die auf Trägern *t* (Fig. 214) aufliegen und

Fig. 215.

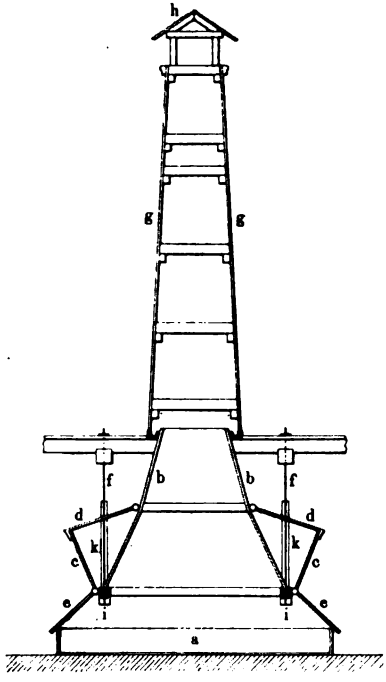


Fig. 216.

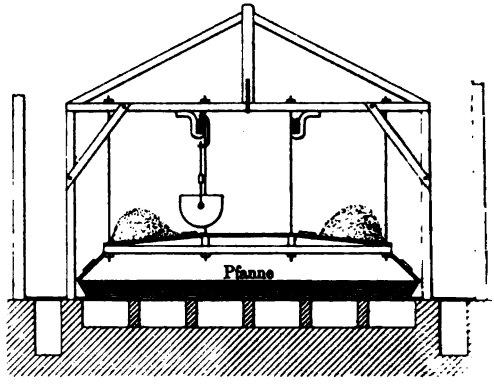
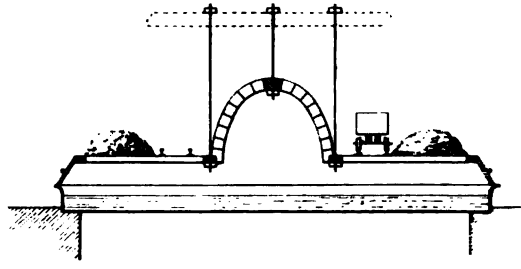


Fig. 217.



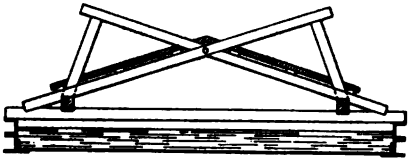
durch Säulen *s* gestützt werden. Die Form eines spitzen Pfannenmantels ist aus Fig. 215, die eines flachen Mantels mit Sprengwerk aus Fig. 216 und 217 ersichtlich. Fig. 216 zeigt Schönebecker, Fig. 214 Dürrenberger Bauart. In Fig. 215 ist *a* die Pfanne, *bb* der spitze Pfannenmantel, *cc* sind Salzläden, hinter die das Salz zum Ablecken geworfen wird, sie werden durch die hölzernen Arme *dd* gehalten, *ee* sind Deckläden, die, wenn sie zurückgeschlagen sind, durch Holzwirbel an den Salzläden gehalten werden, *f* sind Hängeeisen mit Holzumkleidung *k*, *g* ist der Brodenfang mit Schutzdach *h*. Die Brodenfänge ragen etwa 1 *m* über die Dachspitze des Siedehauses hinaus.

Digitized by Google

Zu St. Nikolas hat man den mittleren Teil des flachen Pfannenverdeckes abgewölbt, um den Broden unter der Wölbung anzusammeln und zum Brodenfang zu führen (Fig. 217).

Zu Georgenhall hat man das Pfannenverdeck nicht an Hängeeisen befestigt, sondern das Gerüst besteht aus Sprengwerken, die auf dem starken Pfannenbord aufliegen (Fig. 218). Das Arbeiten in der Pfanne ist bei dieser Einrichtung mehr behindert.

Fig. 218.



Ganz ohne Pfannenmantel arbeitet man vielfach auf englischen Salinen, wo das Brennmaterial sehr billig ist. Der Broden steigt in dem Siederaume auf und entweicht frei durch die Dachöffnung.

Die Gerüste der Pfannenmäntel hat man neuerdings auf einigen Salinen (Schweizerhall, Schönebeck) aus eisernen Schienen zusammengesetzt, die gegen den Einfluſs der Soole und der Dämpfe entweder durch Leinöl-Mennigeanstrich und Holzverschalung (Schweizerhall) oder durch Berappung mit Cementbrei geschützt werden.

In Schönebeck verwendet man bei $14\frac{1}{2}\,m$ langen, $8\,m$ breiten Pfannen 5 Stück $200\,mm$ hohe I-Träger (Normalprofil), die über der Mitte der Pfanne etwa $1{,}2\,m$ vom Pfannenboden abstehen und nach den beiden Längsborden dachartig abfallen. Sie sind da, wo die Abdeckung des Pfannenmantels aufhört, in $27\,cm$ Höhe von der Oberkante des Pfannenbordes, sowie in den beiden Dachwinkeln durch [-Eisen unter einander verbunden und mit L-Eisen gegen die kurzen Borden der Pfanne abgesteift. Das Pfannenmantelgerüst ist nicht an Sprengwerken aufgehängt, sondern ruht mit den eisernen Trägern auf den Pfannenborden auf und ist mit diesen durch Winkeleisen, die an der Aufsenseite des Bords zur Versteifung und Unterstützung angebracht sind, verbunden. Ein Aufbiegen der Pfannenborde ist dadurch verhindert.

Die Pfannenborde sind an der Stelle, wo die Träger aufliegen, durch Winkelbleche auch nach dem Innern der Pfanne gegen den Pfannenboden abgesteift. An der Stelle, wo die Winkelbleche auf dem Pfannenboden befestigt sind, ist ein stärkeres Blechstück (von $10\,mm$ Stärke) in den Pfannenboden eingesetzt. Diese Winkelbleche werden indessen nicht für unbedingt erforderlich angesehen. Das Gerüst ist mit Holzbohlen abgedeckt, die in der Mitte durch einen zwischen die Träger eingespannten $13\,cm$ im Quadrat starken Holzriegel unterstützt werden. Damit die Holzbohlen an den Enden, die auf den zur Verbindung der I-Träger dienenden [-Eisen aufruhen, einen Halt haben, so dafs sie sich nicht verschieben können, sind an die [-Eisen nach oben vorstehende Flachschienen angenietet, gegen die sich die Enden der Bohlen legen.

Digitized by Google

Die Cementverkleidung [1]) der eisernen Gerüstteile ist nach *Monier*-art mit Eisendrahtgeflecht armirt, das zunächst nach der Zusammensetzung und Vernietung des Gerüstes dicht um die eisernen Träger und Versteifungseisen gelegt wird. Dann wird der Cementbrei 4 bis 6 *mm* stark aufgetragen. Das Drahtgewebe besteht aus 1,6 *mm* starkem Eisendraht, der mit 2 *cm* Maschenweite einfach geflochten ist. Der Cementbrei besteht aus 1 *Tl.* Cement und 2 *Tln.* Sand. Dieser Cementschutz hat sich nach $1^1/_2$ jährigem und längerem Gebrauche tadellos gezeigt, ist nirgends, trotz der Temperaturveränderungen, abgesprungen oder rissig geworden.

Diese Bauart mit Cementschutz ist zuerst auf der Saline Schweizerhall angewendet worden.

Die Kosten der eisernen Gerüste sind zwar höher als die der hölzernen Pfannenmäntel. Indessen wird dadurch gespart, dafs die kostspieligen Sprengwerke bei der Anwendung eiserner Träger wegfallen können. Der durch die Auflagerung auf den Pfannenborden bei hölzernen Mänteln entstehende Nachteil, dafs der für die Ausführung der laufenden Pfannenausbesserungen erforderliche freie Raum zwischen Pfannenboden und Pfannenmantel fehlt, fällt bei der Anwendung eiserner Träger, die sich hoch genug über dem Pfannenboden wölben lassen, weg.

Der Brodenfang besteht aus einer einfachen, auch wohl doppelten Bretterverschalung, die an Holzgevierten befestigt ist. Er hat einen reckteckigen oder quadratischen Querschnitt von 5 bis 6 *qm*, 2,25 und 2,4 *m* Seitenlänge oder noch mehr. Neuerdings macht man ihn jedoch enger, bei Grobsalzpfannen genügt schon 1 *qm* Querschnitt. Der Brodenfang verjüngt sich häufig nach oben und trägt ein hölzernes Schutzdach gegen Regen. Im Winter schlägt sich jedoch an diesen Schutzdächern der Broden nieder, bildet starke Eisansätze, die beim Abtauen die Dächer zerschlagen und vorübergehende Personen gefährden, so dafs man sie z. B. in Dürrenberg überall entfernt hat.

Der Brodenfang wird um so besser den Broden ableiten, je wärmer er geführt ist. Günstig ist es, wenn er durch eine hohe Dachetage geht, die vom Siederaume aus mit erwärmt ist. Sonst ist eine doppelte Verschalung zweckmäfsig. Dennoch schlägt sich immer etwas Kondensationswasser an der Verschalung nieder. Zum Auffangen des Wassers bringt man an dem Gevierte, das den Brodenfang trägt, ein Gerinne an und leitet die Wasser ab, damit sie nicht in die Pfanne zurücktropfen.

Man stellt den Brodenfang meist über die heifseste Stelle der Pfanne, wo sich der meiste Wasserdampf entwickelt, das ist etwa $^1/_3$ bis $^1/_5$ der Pfannenlänge von der Küche aus. Seltener stellt man ihn gerade in die Mitte oder auch ganz an eine Seite gleich hinter der

[1]) *Pr. Z.* 1899, **47**, B. 216.

Digitized by Google

Feuerküche. Dunstschlote mehrerer neben einander liegender Grobsalzpfannen führt man mitunter in einen gemeinsamen Schlot zusammen. Andererseits hat man auch bei Feinsalzpfannen mehrere kleine Dunstschlote auf eine Pfanne in bestimmten Abständen gesetzt.

Die gewöhnliche und einfachste Bauart ist die der quadratischen oder rechtwinkligen prismatischen Dunstfänge. Überflüssig ist es, die Dunstfänge nach oben hin zu erweitern, was zu Verlangsamung der Bewegung und zu stärkerer Kondensation des Brodens an den Wandungen Anlafs giebt. Allerdings wird das Kondensationswasser sorgfältiger an den Wandungen abgefangen werden können, als bei senkrecht stehenden oder nach oben zusammenlaufenden Seitenwandungen, von denen immer an Vorsprüngen, Holzsplittern und Fasern Wassertropfen in die Pfanne zurückfallen werden.

Trockenpfannen. Die Trockenpfannen legt man entweder in besondere Räume hinter die Siedepfannen oder in denselben Raum mit diesen und dann entweder neben oder hinter die Siedepfannen. Zur Erwärmung der Trockenpfannen dient in der Regel die Abhitze der Siedepfannenfeuerung, seltener Abdampf (Broden oder Maschinendampf). Je nachdem unterscheidet man Rauchtrocknung (Rauchpfannen) und Dampftrocknung (Dampfpfannen). Man führt die Heizkanäle des Siedepfannenherdes unter den Trockenpfannen fort, derart, dafs die Gase ähnlich wie unter den Siedepfannen hin und her cirkuliren und durch einen gemauerten Fuchs, in dem sich ein verstellbarer Zugschieber befindet, zur Esse gelangen. Die Gase jeder Feuerung bestreichen dabei je die Hälfte der Pfanne, oder vereinigen sich auch. Seltener läfst man die Heizgase nur in einer Richtung durch eine Reihe paralleler Züge unter der Trockenpfanne durchstreichen (Fig. 204, S. 736). Die Wärme wird auf diese Weise nicht so gut ausgenutzt. Die abziehenden Gase sollen beim Eintritte in den Fuchs nicht mehr als höchstens noch 100° *C.*, beim Soggen auch nur etwa 80° *C.* haben. Die abgegebene Wärme reicht dann aus für die Trocknung.

Die Trockenpfanne setzt man aus etwa 1 *cm* starken Gufseisenplatten zusammen, die aus gewöhnlichem Herdguls mit ebenen Flächen hergestellt sind und mit geraden, rechtwinklig zusammenstofsenden Kanten versehen sein müssen, damit beim Zusammenlegen keine Fugen bleiben. Man legt die Platten, deren Gröfse der Breite der Züge angepafst sein mufs, je nachdem die Züge weit oder schmal sind, mit den kurzen oder mit den langen Seiten auf die Herdzungen auf. Damit die Fugen an den Stöfsen über den Heizkanälen abgedichtet sind, die Platten auch bei gröfserer Breite der Züge besseren Halt und gröfsere Widerstandsfähigkeit bekommen, legt man Unterlagsschienen unter, deren Länge der Zugbreite entspricht. Die Unterlagsschienen sind etwa 5 *cm* breit und haben oben einen Steg oder eine Rippe von der Stärke der Platten, etwa 1 *cm* breit, an die sich die Platten mit so

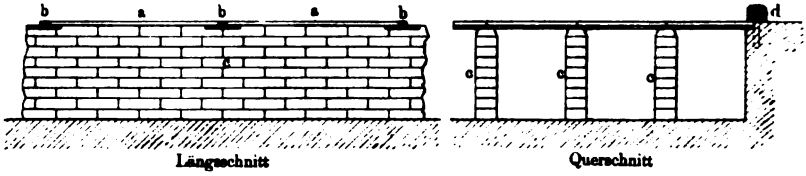
Digitized by Google

viel Spielraum anlegen, als die Ausdehnung des Eisens bei der Erwärmung der Platten erfordert. Sie werden, da sie genau winklig ausfallen müssen, aus Kastenguſs hergestellt. In Fig. 219 sind *a* die Platten, *b* die Unterlagschienen, *c* die einen halben Stein starken Herdzungen, *d* die Bordschwelle. In Schönebeck legt man über die Herdzungen Zungeneisen, auf denen die Platten aufliegen. Statt der Stegeisen wendet man zur Deckung der Fugen auch Bandeisen an. Auch kann man die Platten mit Falz versehen, so daſs sie über einander greifen.

Für 80 und 40 *cm* breite Züge nimmt man die Platten 94 *cm* lang und 54 *cm* breit (Dürrenberg), oder sie sind 34 *cm* breit und 219 *cm* lang (Schönebeck) für entsprechend schmalere Züge. Auf den Herdzungen haben die Platten 5 bis 7 *mm* Auflager.

Man überzieht die Platten mit einer 2 bis 3 *cm* starken Schicht Salzschlamm, die eine weiſse, saubere Decke bildet und nur, wenn sie längere Zeit feucht auf den Platten liegen bleibt, gelbe Flecken von

Fig. 219.



Eisenrost zeigt. Zu diesem Schlammbezuge nimmt man Krücksalz, das mit Soole etwas angefeuchtet und mit einer Mauerkelle aufgestrichen wird. Beim Erwärmen und Trocknen bildet er einen festen pfannensteinartigen Belag. Vor dem Aufbringen des Salzschlammes werden die Platten, um das Rosten zu verhindern, auch wohl mit Kalkmilch überstrichen.

Man faſst die Trockenpfannen häufig durch Holzborden ein, die z. B. in Schönebeck 16 *cm* hoch sind. Sie sollen verhindern, daſs sich beim Wenden Salz neben die Pfannen auf die Zwischengänge verstreut. Durch einzelne im äuſseren Mauerwerke des Herdes eingesetzte schwache Schraubenbolzen wird der Holzbord festgehalten.

Statt eines Salzschlammbezuges, der nach und nach durch Anbacken von Salz stärker wird, hat man mitunter einen Leinölfirnisanstrich gewählt. Soll der Anstrich wirksam sein, so müssen die Platten vor dem Aufstreichen des Leinöles rostfrei gemacht werden. Die Reibung der Salzkrystalle auf dem Firnisanstrich und das Arbeiten mit der Wendekrücke beschädigen jedoch leicht den Anstrich, so daſs das Eisen durchrostet und das Salz gelb färbt.

Der Anstrich muſs jedenfalls häufig erneuert werden. Frischer Anstrich teilt dem Salze einen Firnisgeruch mit, so daſs dem Salzschlammbelag der Vorzug gegeben werden kann. Die Krücken werden

Digitized by Google

besser geschont, wenn sie beim Einschlagen in das Salz, um es zu wenden, den Belag berühren, als wenn sie auf die harten Eisenplatten stofsen. Springt vom Belag etwas los, so mufs verhütet werden, dafs sich die harten, auf der unteren Seite gelb gefärbten Stücke unter das Salz mischen. Schadhafte Stellen des Belages können leicht durch Verstreichen mit Schlamm während des Betriebes ausgebessert werden.

Statt der Gufseisenplatten verwendet man als Trockenpfannenmaterial auch wohl das alte Pfannenblech der Siedepfannen, das einen Salzschlammbelag erhält. Das alte Blech ist jedoch meist verzogen und mit Buckeln versehen, so dafs man kaum eine gleichmäfsig ebene Pfannenfläche erhält.

Schmiedeeisenblech, das zusammengenietet wird und auf Unterlagschienen ruht, wendet man mit Vorteil auf süddeutschen Salinen an. Das Eisenblech wird durch einen Leinölanstrich vor Rost geschützt. Das Salz wird nur in dünner Schicht auf diesen Pfannen ausgebreitet und läfst sich dann auf einfache Weise ohne besonders schwere Arbeitsgeräte durchschaufeln und krählen, so dafs das Blech nicht leidet. Die Trockenpfannen liegen dann gewöhnlich um etwa $^1/_2$ *m* erhöht über dem Fufsboden (s. S. 787, Fig. 246).

Eine gute ebene Fläche erhält man durch Anwendung von dünnen Sandsteinplatten, die auf der oberen Seite glatt geschliffen sind und eines Belages oder Anstriches nicht bedürfen. Sie sind ein guter Wärmespeicher und halten die Hitze sehr fest, so dafs weniger schnell ein Wechsel in der Erwärmung eintritt. Solche Sandsteinplatten waren bei einem Versuche in Dürrenberg für 80 *cm* breite Züge dem entsprechend gleichmäfsig lang, jedoch von verschiedener Breite und 5 bis 8 *cm* dick, auf der unteren Fläche roh bearbeitet. Die ungleichmäfsige Dicke erschwert die Auflagerung auf den Herdzungen, schwache Bandeisen wurden zum Decken der sehr geringen Fugen untergelegt. Die von der Abhitze der Feuerungen einer Feinsalzpfanne geheizten Platten übertrugen die Wärme zu lebhaft, das Salz verbrannte und wurde unansehnlich, indem eingeschlossenes Wasser das Salz zum Verknistern bringen konnte und sich Nebensalze, insbesondere Chlormagnesium, zersetzten, was aus dem scharfen, stechenden Geruch nach Chlorwasserstoffsäure zu entnehmen war. Man hat sich dadurch geholfen, dafs man auch die Sandsteinplatten schliefslich mit einem Schlammbelag überzogen hat. Das Arbeiten auf den Pfannen, Wenden des Salzes und Schlagen zum Zerkleinern von Salzklötsen, das Hin- und Herrollen der Kübelwagen auf den Platten, wobei das Arbeitspersonal die Pfannen betreten mufs, war den Platten nicht zuträglich. Viele wurden rissig und einige zersprangen, so dafs man sie, um die Arbeiter beim Betreten der Pfanne nicht zu gefährden, wieder durch Gufseisenplatten ersetzt hat.

In Artern wurden die Platten mit der Zeit blätterig, so dafs Schalen absprangen. Das Salz wurde über einem mit parallelen Zügen versehenen Herde auf den Sandsteinplatten besser trocken, als auf

Digitized by Google

Eisenplatten mit Schlammbelag. Aufgebranntes Salz liefs sich mit Leichtigkeit ablösen, was bei Schlammbelag nicht der Fall ist. Beim Trocknen von Grobsalz unter Benutzung der Abhitze von den Grobsalzpfannen können von Sandsteinplatten gute Dienste erwartet werden.

Gufseisenplatten halten im Durchschnitt bis zu 20 Jahren, bevor sie durchgebrannt sind und erneuert werden müssen. Auf der unteren Seite hängt sich Rufs und Flugasche an, die die Wärmeübertragung hemmen. Frisch zusammengesetzte Pfannen übertragen die Wärme stärker, als länger in Gebrauch stehende, abgesehen von den ersten Tagen bis zur völligen Durchwärmung des Mauerwerks und der Herdsohle.

Dasselbe zeigt sich auch, wenn die Züge zur Beseitigung der Flugasche gekehrt und die Platten auf der Unterseite abgefegt sind.

Kalksteinplatten zu Trockenpfannen hat man zu Friedrichshall, Clemenshall und Schwäbisch-Hall angewendet, Cementplatten früher in Salzungen. Neuerdings verwendet man Cementplatten in Artern und Schönebeck. Die von der Aktiengesellschaft für Monierbauten, vormals *G. A. Wayss u. Comp.* in Berlin, gefertigten Cementplatten mit Eiseneinlagen werden für 80 *cm* freie Lage über den Herdzügen 5 bis 6 *cm* stark gefertigt und kosten das Quadratmeter 7 *Mk.* 25 *Pf.* In Artern haben sie sich bei dreijährigem Gebrauche gut bewährt. Sie werden jetzt nach dem Erlöschen des Patentes auf der Saline selbst gefertigt, auch das Eisengeflecht dazu stellt man selbst her. Die Kosten für eine 76 × 74,5 *cm* grofse Platte belaufen sich dann auf 2 *Mk.* 20 *Pf.*, gegenüber einem Kaufpreise von 4 *Mk.* 13 *Pf.*[1]). Sandsteinplatten kosten dagegen 7,50 bis 8 *Mk.*, Gufseisenplatten mit Unterlagschienen etwa 10 *Mk.* das Quadratmeter.

In Schönebeck hat man mit Cementplatten weniger günstigen Erfolg gehabt, da die Platten sprangen und das Salz nicht genügend trocken wurde[2]).

Benutzt man Dampf zum Trocknen, so ist Eisen nicht gut verwendbar, man setzt dann die Pfanne aus Steinplatten (Kalkstein oder Sandstein) zusammen, da der Wasserdampf das Eisen zu stark angreift. Die Steinplatten stofsen auf gemauerten Pfeilern zusammen, die Fugen verstreicht man mit Cement.

Zu Schwäbisch-Hall hat man eine Dampftrockenpfanne durch den noch nicht völlig ausgenutzten Heizdampf einer Dampfsiedepfanne erwärmt. Die mit 131 *mm* hohen Holzborden umgebene Trockenpfanne *a* (Fig. 220) ist aus Kalksteinplatten von Solenhofen von 628 *mm* im Quadrat und 20 *mm* Stärke so zusammengesetzt, dafs die Platten auf den gemauerten Herdzungen *b* dicht zusammenstofsen. Unter den Fugen liegt ein 628 *mm* langer und 78,5 *mm* breiter Steinstreifen *c*, die

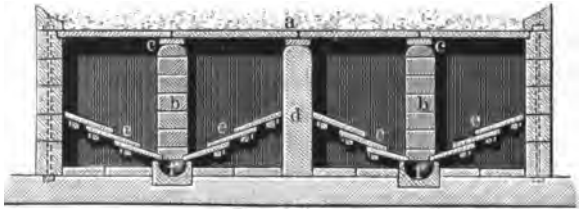
[1]) *Pr. Z.* 1897, **45**, B. 244.
[2]) Ebend. 1896, **44**, B. 206.

Digitized by Google

Fugen sind mit hydraulischem Mörtel verstrichen. Der Raum unter dem Pfannenboden ist durch eine Mittelzunge *d* in zwei Abteilungen geteilt. Der Dampf durchstreicht erst die eine Abteilung, kehrt in der anderen zurück und gelangt dann in die Esse. Damit das durch die Kondensation des Dampfes entstehende Wasser abziehen kann, sind über der Herdsohle flache Dächer *e* eingebaut, die aus gebrannten glatten Dachsteinen bestehen, die auf Dachlatten aufliegen. Die Fugen sind durch untergelegte Schindeln bedeckt und mit hydraulischem Mörtel verstrichen. Das Kondensationswasser fliefst in den hölzernen Rinnen *f*, die mit Blei ausgefüttert sind, zusammen und wird durch kupferne Röhren abgeleitet. In Clemenshall trocknete man das Salz anfänglich auf Dampfpfannen und vollendete die Trocknung in Magazinen mit erwärmter Luft.

Auf Rauchtrockenpfannen breitet man das Salz in einer 10 bis 20 *cm* starken Schicht aus, je nachdem man in kleineren Partien schnell (wie auf süddeutschen Salinen) oder ein ganzes 24stündiges Werk zugleich trocknen will und im ersteren Falle nur wenige Stunden auf jede zu

Fig. 220.



trocknende Salzpartie oder mindestens 24 Stunden auf die Trocknung des ganzen Werkes verwendet. Bei Dampftrockenpfannen, die weniger Wärme geben, nimmt man die Schicht nur 5 bis 6 *cm* hoch, wenn nicht das Salz, wie bei der Grobsalzbereitung, mehrere Tage auf der Pfanne lagern kann.

Das Verhältnis der Trockenpfannenfläche zur Siedepfannenfläche wählt man bei gewöhnlicher Feinsalzbereitung wie 2 zu 1, bis zu $1^1/_4$ zu 1. Das Verhältnis kann geringer sein bei Grobsalztrockenpfannen, auf denen das Salz länger als einen Tag liegen bleibt. Bei Grobsalzpfannen in Schönebeck sinkt das Verhältnis auf 1 zu 1 oder noch darunter.

Die Höhe der Feuerzüge unter den Trockenpfannen ist verschieden. Man nimmt die Züge so weit, dafs sie, auch ohne abgedeckt zu werden, leicht befahren und von Flugasche gereinigt werden können. In Dürrenberg sind die Züge 90 *cm* hoch bei einer Breite von 80 und 40 *cm* oder 95 und 50 *cm*. Die Höhe der Siedeherdzüge ist dagegen 110 *cm* bei einer Breite von 1 bis 1,15 *m*. Die Abhitze streicht unter der Trockenpfanne in mehreren (gewöhnlich zwei) parallelen Zügen

Digitized by Google

zugleich hin und her, damit die Züge nicht breiter ausfallen, als die Stärke der Pfannenplatten zuläfst (Fig. 205, S. 736).

Feuerungen. Die Pfannen werden je nach ihrer Bestimmung und den Temperaturen, die erforderlich sind, entweder unmittelbar durch Feuerungen geheizt (Feuerpfannen), oder sie erhalten die Wärme aus der Abhitze der Feuergase (Rauchpfannen). Zuweilen hat man auch die Hitze der glühenden Feuerasche zum Heizen benutzt (Aschenpfannen, früher in Dürrenberg, Artern u. a.). Seltener bildet der Wasserdampf den Wärmeträger zur Heizung der Pfannen (Dampfpfannen).

Feinsalzpfannen, Störpfannen werden fast immer unmittelbar befeuert, bei einzelnen neueren Patenten (insbesondere beim Piccardapparat) dient auch der Dampf zur Erwärmung der Soole für die Feinsalzbereitung, dabei wird aber gewöhnlich die Wasserverdunstung durch künstliches Absaugen des Dampfes beschleunigt.

Grobsalzpfannen werden zwar häufig unmittelbar befeuert, da dieselbe Pfanneneinrichtung bald zur Feinsalz-, bald zur Grobsalzbereitung oder zugleich zum Garstören und Soggen der Soole benutzt wird, oft werden sie nur durch die Abhitze der Feuerungen von Feinsalz- oder Störpfannen erwärmt, oder sie werden durch Dampf geheizt und zwar entweder durch Abdampf, Broden von Stör- oder Feinsalzpfannen, oder durch Maschinendampf.

Vorwärmpfannen werden durch die Abhitze der Feuergase, durch Dampf oder Broden der Pfannen erwärmt, früher auch durch heifse Asche der Hauptfeuerungen, glühende Cindern von Stein- oder Braunkohlen, die bei den Hauptpfannen durch den Rost der Feuerung gefallen sind. In Dürrenberg hatte man eine Vorwärmpfanne von 125 *qm* Fläche, die durch heifse Braunkohlenasche geheizt wurde.

Trockenpfannen und Trockenräume werden meist durch die Abhitze der Feuerungen der Siedepfannen geheizt, mitunter auch durch Broden oder Maschinendampf, die Dörrkammern für das Formsalz (in Österreich) auch zuweilen unmittelbar durch Feuerung. Bei neueren Trocknungsverfahren erwärmt man auch durch erhitzte Luft (Tücher-, Trommeltrocknung) oder durch Kesseldampf (Trommel- und Tellertrocknung).

In einzelnen Fällen hat man besondere Wärmequellen und Heizmittel angewendet (Hochofengase, Kokofengase, Petroleum).

Lawthian Bell in York benutzt die Wärme der Hochofenschlacke zu Siedezwecken (*D. R.-P.* Nr. 50422[1]). Die Schlackenwagen *a* (Fig. 221) werden in einen an beiden Enden einfallenden, mit Wasser gefüllten, mit Schleufsenthoren versehenen Tunnel gefahren, über dem eine Siedepfanne aufgestellt ist. Es tröpfelt zunächst Konden-

[1]) *Ö. Z.* 1891, 39.

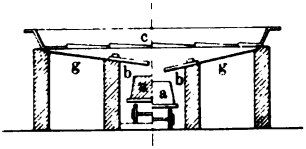
Digitized by Google

sationswasser von den Platten *g* und den Ausgüssen *bb* auf die Schlacken und bringt die Oberfläche zum Erstarren, nach und nach werden die Schlackenwagen ganz ins Wasser untergetaucht. Der aus dem Wasser entwickelte Dampf giebt seine Wärme an die Pfanne ab. Die Wärme der Hochofenschlacke wird hier zweckmäfsig nutzbar gemacht. Zum Teil wirkt die strahlende Wärme der Schlacke auf den Boden der Pfanne, im übrigen wird die Pfanne durch Dampf geheizt und hat deshalb Ähnlichkeit mit Dampfpfannen.

In China benutzt man das Erdgas zum Abdampfen. Seit 1600 bis 2000 Jahren wird in den Distrikten von Iz-chuen am Ufer eines Nebenflusses des Yang-tze-Flusses bei der Stadt Tzu-lin-thin Salz durch Abdampfen von Soole aus Soolquellen gewonnen.

Mit eisernen Bohrern am Seile werden Bohrlöcher von 1500 bis 1800 *m* hergestellt, oft dauert es 40 Jahre, bis man auf Soole stöfst. In langen Bambusröhren mittels Seilen, die über grofse Trommeln laufen, wird die Soole durch Ochsen gehoben. Mit den Soolquellen benachbart treten Gasquellen auf, die dazu benutzt werden, die Soole in langen eisernen Kesseln zu verdampfen. 24 Gasquellen und 1000 Soolbrunnen sind in Betrieb. Jährlich werden gegen 2000000 *t* Salz im Werte von 5000000 *Dollars* hergestellt. Auch in Amerika am Kanawhaflusse hat man im Jahre 1842 das Erdgas zum Abdampfen der Soole verwendet [1]).

Fig. 221.



Auf dem Werke der Gebrüder *Bell* in Port Clarence in England werden fünf grofse Pfannen durch Hochofengase geheizt. Die Gichtgase dienen zunächst zur Beheizung von Dampfkesseln, die Abhitze wird dann noch für die Siedung benutzt. Die Pfannen sind 303 *qm* grofs und zwar 31,09 *m* lang und 9,75 *m* breit.

Bei den Siedefeuerungen diente als Brennstoff früher Holz, das jetzt meist durch andere Brennstoffe, besonders Braunkohle und Steinkohle, verdrängt ist. Je nach den Brennstoffen und den Erfolgen, die man erzielen will, wendet man verschiedene Arten der Feuerungen und Formen von Rosten an. Für Holzbrand ist man auf österreichischen Salinen von einfachen Planrostfeuerungen zu Pultfeuerungen übergegangen, auf norddeutschen, insbesondere den sächsischen Salinen, wo Braunkohle als billiges Brennmaterial dient, von Planrosten zu Treppenrosten. Für Braunkohle (Traunthaler Lignit) und andere Brennstoffe hat man auf österreichischen Salinen Gasfeuerungen oder Halbgasfeuerungen eingeführt, um möglichst rauchfreie Abgase bei höchster Wärmeausnutzung des Brennstoffs zu erhalten, da auf österreichischen Salinen, wo Füderlsalz bereitet wird,

[1]) *Eng. and Min. Journ.* **51**, 329. *Ö. Z.* 1891, **39**, 238.

Digitized by Google

die Abgase unmittelbar in die Dörrkammern geführt werden, also völlig rein sein müssen, damit das Salz nicht an Ansehen verliert.

Den Gasfeuerungen ähnlich ist die Verwendung von Kokofengasen zur Heizung der Siedepfannen, wie es auch auf der Saline Königsborn in Westfalen versucht worden ist. Bei früheren Einrichtungen dieser Art hat man bei langen Pfannen an jede kurze Seite zwei Koköfen gelegt, aus denen man die Gase in 105 *mm* breiten Kanälen unter die Pfanne zum Verbrennen treten liefs. Der Betrieb der Köfen ist dann so einzurichten, dafs immer zwei Öfen im Brande stehen, wenn die beiden anderen nahezu ausgebrannt sind. Ein Hülfsrost mufs unter der Pfanne vorhanden sein, um darauf im Notfalle feuern zu können. Man kann bei dieser Einrichtung die Hälfte des sonst erforderlichen Brennstoffs ersparen.

In einer Siedepfanne von 86,68 *qm* Bodenfläche verdampfte man bei zwei Koköfen und einem dazu noch erforderlichen Verbrauche von 16,7 *cbm* Holz beim Stören 163 *cbm* Wasser und erzeugte 44522 *kg* Salz in einem Monate. In dieser Zeit hatte man 30 Füllungen Steinkohlen im Gewichte von 34800 *kg* gemacht, aus denen 18797 *kg* Kok bei einem Ofengange von 35 bis 53 Stunden gewonnen worden waren.

Die Abhängigkeit des Siedebetriebes vom Kokofenbetriebe ist ungünstig und kann unliebsame Störungen beim Siedebetriebe hervorrufen. *Erichson* und *Maardt* haben in Dänemark und Schweden eine Kombination von Verkokungsöfen und Abdampfpfannen ausgeführt [1]). Dabei ziehen die mit Luft verbrannten Kokofengase durch ein in der Salzpfanne liegendes Rohr nach der Esse.

Planroste. In der Regel legt man zwei Roste an einer Schmalseite unter der Pfanne an, mitunter auch drei oder vier. Die Heizgase streichen dann entweder vereinigt unter der Pfanne hin, oder jeder Rost, oder je zwei Roste haben eine besondere Herdzugführung.

Die Roste legt man etwas tiefer als im übrigen die Herdsohle unter die Pfanne, damit die Flamme nicht unmittelber auf den Pfannenboden wirkt. Abgesehen davon, dafs das Pfannenblech der heifsen Stichflamme ausgesetzt sein und dadurch leichter zerstört werden würde, kühlen sich auch die Brennstoffgase im Augenblick der Verbrennung an dem bedeutend kühleren Pfannenboden sehr wesentlich ab, so dafs die Verbrennung nicht vollständig ist, Rufsbildung und verschwenderischer Brennstoffaufwand sind die Folge.

Besser ist es, zumal da man dann an Raum sparen kann, über dem Roste ein Feuergewölbe anzubringen, das als Wärmesammler wirkt und eine bessere Verbrennung und höhere Temperatur der Verbrennungsgase hervorruft. Solche Feuergewölbe bestehen aus feuerfesten Thonsteinen oder Chamotte. Man giebt ihnen von der Schüröffnung

[1]) *B.- u. H. Z.* 1873, S. 346 (mit Abbildung).

Digitized by Google

aus wohl etwas Neigung nach hinten, damit die Gase durch Zusammenpressen sich besser mischen und vollständiger verbrennen. Eine derartige Einrichtung zeigen die Fig. 222 und 223, worin *a* den Rost, *b* das Gewölbe, *c* die Pfanne, *d* die Herdzüge bedeuten. Oder die Roste sind mit doppeltem Gewölbe überdeckt, so dafs die Verbrennungsgase zunächst unter dem ersten Gewölbe hin und unter dem darüber liegenden zurückströmen, bevor sie unter die Pfanne treten, z. B. Fig. 224 und 225, wo *a* den Rost, *b* und *c* die Gewölbe, *d* die Pfanne, *e* die Schüröffnung bedeuten.

Fig. 222.

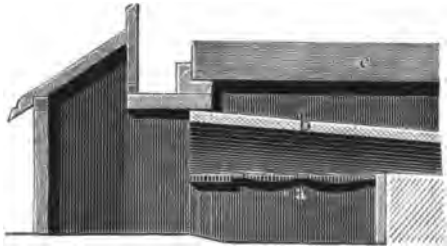
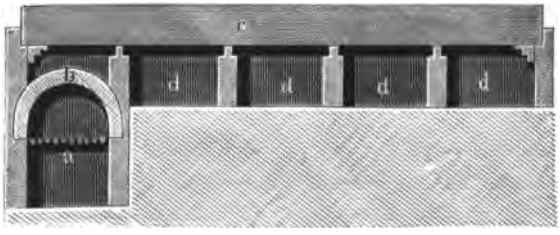
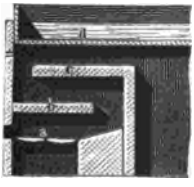


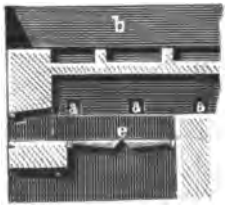
Fig. 223.



Eine zweckmäfsige Anwendung der Wärmeausstrahlungstheorie ist nach *Simmersbach*, besonders für reine Soolen, die Anbringung eines

Fig. 224. Fig. 225. Fig. 226.





Gewölbes *A* mit seitlichen Zugöffnungen (Fig. 226 bis 228, a. f. S.). Durch die Zugöffnungen *a* treten die Gase unter die Pfanne *b*. Hinten ist das Gewölbe bis auf eine Zugöffnung *c* zur Erzeugung scharfen Zuges geschlossen. Im übrigen stehen nur einzelne Pfeiler von Backsteinmauerwerk unter der Pfanne. *e* ist der Rost.

Gewöhnlich liegen die Roste in der Mitte der Pfannenseite, seltener an den Pfannenecken.

Abnorm und für die Bedienung der Pfannenfeuerung unvorteilhaft

Digitized by Google

ist die von *Nöggerath* empfohlene Lage der Roste an den entgegengesetzten Seiten der Pfanne (s. Fig. 211 und 212, S. 739).

Bei kleineren Pfannen genügt schon ein Rost in der Mitte der schmalen Seite. Die Gase strömen dann in Mittelzügen zum anderen Ende des Herdes und teilen sich in die beiden Seitenzüge von halber Breite, in denen sie zurückströmen, oder sie strömen danach nochmals hin, je nach dem Standorte der Esse oder der weiteren Verwendungsstelle.

Doppelroste hat man zur besseren Verbrennung der Rauchgase in der Weise eingerichtet, dafs man den Rost durch eine Scheidewand

Fig. 227.

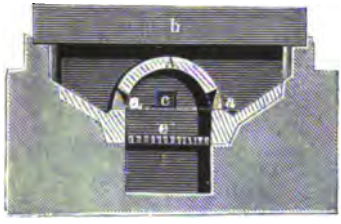
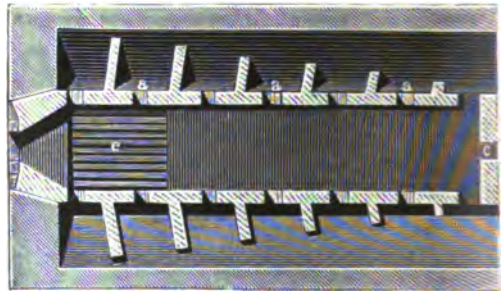


Fig. 228.



der Länge nach in zwei Abteilungen geteilt und jede mit einer Schüröffnung versehen hat. Auf der Feuerbrücke mauert man rechts und links zwei schräg zulaufende Prellpfeiler bis dicht unter den Pfannenboden, so dafs die von jedem Roste über die Feuerbrücke tretenden Stichflammen sich kreuzen. Schürt man auf dem einen Roste,

Fig. 229.

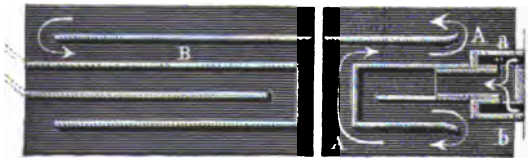
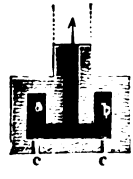


Fig. 230.



während auf dem anderen der Brennstoff hell brennt, so werden die sich beim Schüren bildenden Rauchgase mit verbrannt. Die Rauchbildung wird dadurch sehr vermindert und man erspart bis zu 10 *Pzt.* an Brennstoff.

Diese Einrichtung giebt bessere Ergebnisse, als wenn man zwei Feuerbrücken hinter einander legt, zwischen denen ein freier Raum zur Rauchverbrennung liegt. Die vordere Feuerbrücke dient dann als Auflager für die Roststäbe und ist unter dem Roste mit Löchern versehen, durch die atmosphärische, im Aschenfall vorgewärmte Luft zur Rauchverbrennung in den Raum zwischen den Feuerbrücken zieht.

Digitized by Google

Fig. 229 stellt die Züge vom Doppelroste *a* und *b* mit zwei hinter einander liegenden Pfannen, der Stör- oder Feinsalzpfanne *A* und der Sogge- oder Grobsalzpfanne *B* dar. Fig. 230 stellt einen Doppelrost *a* und *b* bei schmalen Pfannen dar, *c* sind die Schüröffnungen.

Zu Salzungen liegen unter den gröfseren Pfannen je vier Planroste, von denen je zwei und zwei als Doppelroste so liegen, dafs sie sich in der Richtung kreuzen (Kreuzroste), die Feuergase von beiden Rosten auf der Feuerbrücke zusammenstofsen und sich vereinigen. Auch hierbei erzielt man gute Rauchverzehrung.

Zu Georgenhall bei Hannover hat man die 120 *qm* grofsen Feinsalzpfannen mit drei Planrosten versehen, von denen einer, der gröfsere, von 2 *qm* Fläche, in der Mitte der Pfannenseite, die beiden kleineren von je 1 *qm* in einigem Abstande davon zur Seite des Mittelrostes liegen. Will man die Pfanne auf Grobsalz betreiben, so läfst man den Mittelrost tot liegen und feuert nur auf den beiden kleineren Rosten. Herdzüge sind nicht vorhanden. Die Heizgase breiten sich unter der ganzen Pfanne aus.

Für die Leistung der Feuerungseinrichtung ist von Einfluls:

a) Das Verhältnis der Rostfläche zur Pfannenfläche, das nach der Art des Brennstoffs verschieden zu wählen ist. Eine zu grofse oder zu geringe Rostfläche vermehrt den Brennstoffaufwand oder liefert nicht genügende Wärme. Auf preufsischen Salinen hat man für kleinere Pfannen das Verhältnis des Rostes zur Pfannenfläche bei Steinkohlenfeuerung $^1/_{26}$ bis $^1/_{24}$, bei Verwendung von Torf oder Braunkohlen $^1/_{16}$ bis $^1/_{14}$, für Holzbrand $^1/_{28}$, bei einem Gemisch von Steinkohlen und Braunkohlen $^1/_{22}$ gewählt, bei gröfseren Pfannen von etwa 100 *qm* Fläche entsprechend bis $^1/_{28}$, $^1/_{30}$, $^1/_{28}$ und $^1/_{27}$.

Auf das Quadratmeter Rostfläche verbrennt man bei 8 bis 12 *cm* Schüttungshöhe in der Stunde 30 bis 45 *kg* Steinkohlen, 60 bis 75 *kg* Torf von mittlerer Dichtigkeit und Qualität und 80 bis 100 *kg* lufttrockenes Holz.

Man giebt dem Roste zweckmäfsig eine $3^1/_2$- bis 4fache Länge zur Breite.

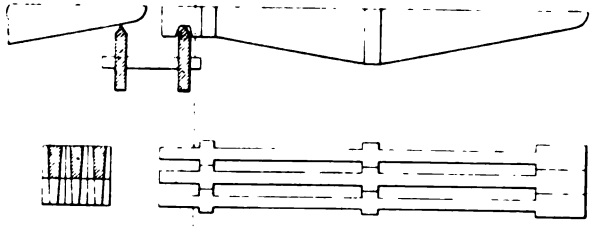
b) Die Lage der Rostfläche. Man giebt dem Roste ein schwaches Ansteigen nach hinten (105 bis 157 *mm*), um die Luft zur besseren Rauchverzehrung mehr zusammen zu pressen. Es mufs verhütet werden, dafs sich die Verbrennungsgase zu schnell am Pfannenboden abkühlen. Soll eine gute Verbrennung erzielt werden, so darf die Temperatur nicht geringer als 420° *C.* sein. Es ist deshalb ein genügender Abstand vom Pfannenboden zu wählen. Je nach der Flammbarkeit des Brennstoffs ist der Abstand verschieden. Für Holz wählt man zweckmäfsig eine Feuerhöhe von 732 bis 837, für Torf und Braunkohlen 575 bis 628, für Steinkohlen 628 bis 732 *mm*. Bei Anwendung von Feuergewölben kann der Abstand auch geringer sein.

Digitized by Google

Den Rost legt man zwar seltener bis zu $^1/_3$ nach der Mitte der Pfanne zu, meist an den Pfannenrand oder noch vor die Pfanne.

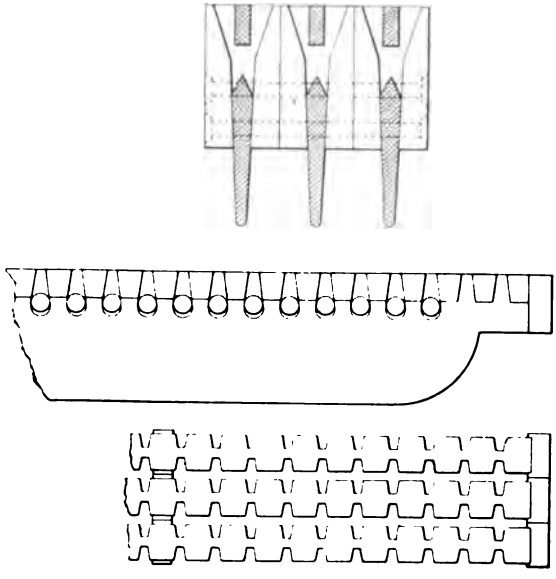
c) Die Fugen zwischen den Roststäben sind je nach dem Brennmaterial und der Art der Roststäbe verschieden weit, bei Holz 6,5,

Fig. 231.



bei Steinkohlen und Braunkohlen 6,5 bis 13 *mm*, je nachdem mehr Stückkohlen oder Grus verwendet werden. Brennmaterialklein, besonders erdige Braunkohle, hat man früher zu Nafspreſssteinen geformt und auf Planrosten verfeuert (Artern, Dürrenberg).

Fig. 232.



Als Material für die Roststäbe nimmt man Gufseisen, gewöhnliches Gufseisen oder Hartgufs. Zu Georgenhall hat man Roststäbe mit gehärteter Kopffläche (vom Wülfeler Eisenwerk bei Hannover) eingeführt, die sich sehr gut gehalten haben. Die Stäbe sind 600 *mm* lang und legen sich mit den Ansätzen dicht an einander, so dafs 10 *mm* breite Fugen bleiben. Die für Steinkohlenfeuerung eingerichteten Roste bestehen aus zwei Reihen dieser Roststäbe. Die Stäbe liegen vorn mit einem Einschnitte auf einer Eisenschiene fest auf und sind hinten mit glatter Fläche auf einer Schiene gelagert, so dafs sie bei der Ausdehnung durch die Erwärmung Spielraum haben und sich auf der Unterlage verschieben (Fig. 231).

Digitized by Google

Auf österreichischen Salinen ist der *Mörth*sche Patentrost in Gebrauch, der gelobt wird [1]) (Fig. 232). Die Roststäbe legen sich mit Ansätzen fest an einander, von den Längsschlitzen gehen zahlreiche Querschlitze aus, die auf der oberen Fläche der Roststäbe auslaufen. Die Stäbe werden durch Zugschrauben fest zusammen gehalten. Man erhält eine sehr wirksame Rostfläche mit starker Luftverteilung. Der Rost läfst sich leicht reinigen. Zu Ebensee sind derartige Roste längere Zeit für Traunthaler Kohle in Gebrauch gewesen. Der Kohlenverbrand zeigte sich, verglichen mit Treppenrosten, um $^1/_8$ höher, so dafs drei *Mörth*sche Roste so viel leisteten, wie vier Treppenroste.

In Schönebeck hat man die *Thost*schen Schrägroste versucht (*Otto Thost* in Zwickau), jedoch beim Siedepfannenbetriebe kein günstiges Ergebnis damit erreicht. Während die Anwendung bei Kesselfeuerungen eine Ersparnis an Brennstoff (Eggersdorfer erdige Braunkohle) von etwa 40 *Pzt.* lieferte, ergab die Anwendung bei Siedepfannen einen höheren Brennstoffverbrauch bei geringerem Salzausbringen. Viel unverbrannte Kohle fiel durch den Rost, die Luftzuführung war unzureichend, so dafs die Intensität des Feuers geringer war. Auf die ausgebrachte Salzmenge berechnet, war der Brennstoffaufwand etwa um 50 *Pzt.* höher [2]).

Treppenrost. Die Treppenroste sind an Stelle von Planrosten mit grofsem Vorteil bei erdigen Braunkohlen [3]), mageren Steinkohlen und leicht zerfallendem Torf anzuwenden und gestatten eine gute Verwertung des Brennmaterialkleins. Sie sind da, wo erdige Braunkohlen den Hauptbrennstoff bilden, z. B. auf den Salinen der Provinz Sachsen, meist eingeführt worden. Sie ermöglichen durch reichlichere Luftzuführung eine stärkere Hitzeentwickelung und schnelleres Garstören der Soole. Dementsprechend ist aber auch die Gefahr der Pfannensteinbildung gröfser, so dafs die Siedearbeiter durch fleifsigeres Arbeiten mit den Krücken während der Störperiode das Aufbrennen von Salzschlamm zu verhüten suchen müssen.

Zu Artern, wo man früher Kohlenprefssteine auf Planrosten verbrannte, hat man seit der Einführung der Treppenroste 13 *Pzt.* an Braunkohlen und 50 *Pzt.* an Pfannenblechen und Nieten gespart, während sich die Leistung der Pfannen um 30 *Pzt.* erhöht hat. Die Pfannen bleiben länger brauchbar und leiden weniger als bei Planrosten, weil die Treppenroste gleichmäfsig mit Brennstoff beschüttet werden, ohne dafs beim Aufgeben kalte Luft zuströmt, also eine anhaltend hohe Temperatur geben. Der Schürer, der vor dem Roste

---

[1]) *C. v. Balzberg, Preisschrift.*

[2]) *Pr. Z.* 1893, **41**, 215.

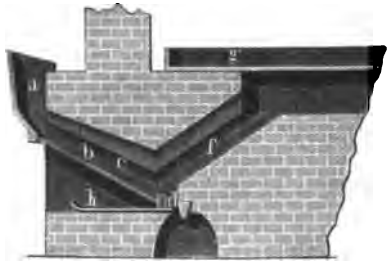
[3]) *Ö. Z.* 1863, **11**, 131. Versuche mit Lignit mit und ohne Gebläseluft zu Traunthal in *Ö. Z.* 1869, **17**, Nr. 18, 23, 28.

Digitized by Google

steht, hat nur darauf zu achten, dafs sich die Brennstoffbeschüttung gleichmäfsig vollzieht und in der Beschüttungsschicht keine Öffnungen bleiben, durch die gröfsere Mengen kalter Luft unter die Pfanne strömen. Aufserdem ist durch das Schüreisen von Zeit zu Zeit die Asche von den Flächen der Roststäbe zu entfernen und die sich auf dem unteren Teile sammelnde Asche durch Ziehen der Aschenschieber zu räumen. Um das Feuer zu dämpfen, schliefst man den Essenschieber und giebt eine stärkere Beschüttungsschicht, und will man die Feuer völlig für einen oder zwei Tage ruhen lassen, so hemmt man die selbstthätige Brennstoffzufuhr dadurch, dafs man Schieber über dem Roste unter die Aufgebetrichter einsetzt.

Eine Treppenrostfeuerung für Braunkohlen hat etwa folgende Einrichtung (Fig. 233). *a* ist der Kohlenrumpf aus Eisenblech zur Aufnahme der Kohle, die entweder von der tieferen Sohle der Feuerküche mit der Schaufel aufgegeben oder auf dem mit der Pfanne in gleicher Höhe liegenden Boden des Kohlenraumes in gröfseren Mengen über den Kohlenrümpfen aufgehäuft wird, so dafs der Vorrat für zwei oder drei Betriebstage reicht (Dürrenberg). Die an den Seiten und in der Mitte des Rostes liegenden Treppenrostwangen *b* haben horizontale Ansätze, auf die sich die Roststäbe auflegen. Die Rostwangen liegen mit 32 bis 33° Neigung gegen die horizontale, und die eingelegten Roststäbe bilden mit der schmalen Seite eine ebenso geneigte Fläche. Die Rostwangen, in Artern z. B. 1,883 *m* lang mit 1 *m* Saigerhöhe und 1,6 *m* Sohle, ruhen auf einem gufseisernen Rostbalken *i*. In der Regel richtet man für jede Siedepfanne zwei getrennt arbeitende Roste ein, und stellt diese je nach der Gröfse der Pfanne zwei- oder dreiteilig her, so dafs aufser den beiden Seitenwangen ein oder zwei Mittelwangen eingebaut werden. Die Roststäbe haben dann im ersteren Falle die Länge der halben Breite des Rostes, im letzteren Falle die Länge von einem Drittel der Rostbreite. Ein Gewölbe *c* überspannt den Rost mit schwächerer Neigung, so dafs es z. B. über dem Kopfe des Rostes 105 *mm*, und über dem Fufse 471 *mm* hoch liegt (Artern). Die Flamme tritt durch den gewölbten, mittels einer Zunge geteilten Kanal *f* unter die Pfanne *g*, wo die Heizgase in Zügen hin- und herlaufen. Das Brennmaterial fällt aus dem Kohlenrumpfe von selbst auf den Rost, die Asche gelangt in die am Boden mit einem Schieber *h* versehene Vertiefung *d* von etwa 470 *mm* Breite, 314 *mm* Höhe und einer der Breite des Rostes entsprechenden Länge. Beim Zurückziehen des Schiebers *h* fällt die Asche in einen untergeschobenen eisernen Wagen und wird durch den

Fig. 233.



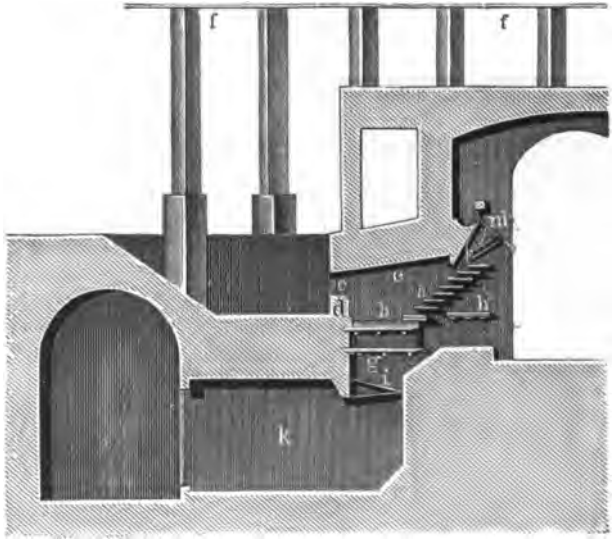
Digitized by Google

quer unter dem Roste durchlaufenden Aschenkanal zu Tage gefahren.

Zu Artern verbrannte man auf einem 1,883 *m* langen und 3,134 *m* breiten Roste, das sind 5,91 *qm* Rostfläche, in 24 Stunden auf 1 *qm* Rostfläche $23^2/_3$ Tonnen oder 52 *hl* Braunkohlen mehr als auf einem Planroste. Es wurden dafür aber 30 *Pzt.* Salz bei gleicher Siedefläche mehr erzeugt.

Zu Ebensee[1]) hat man für Traunthaler Kohle einen Treppenrost *a* (Fig. 234) mit einem Planroste *b* verbunden und eine fast rauchfreie Verbrennung erzielt. Der Treppenrost ist mit einem nach der Pfanne zu geneigten Gewölbe *c* überbaut, das sich stark erhitzt

Fig. 234.



und dadurch die zuströmenden Gase und die Luft, die sich innig mischen, zur vollständigeren Verbrennung bringt. Unter dem Planroste *b* liegt noch ein zweiter engerer Rost *g*, auf dem die durchgefallenen unverbrannten Kohlenteile verglimmen und die zum oberen Roste strömende Luft erwärmen. Hinter dem Planroste liegt die Feuerbrücke *d*, darüber das Flammenloch *e*.

Am Fufse des Treppenrostes ist eine in einer Achse drehbare Eisenplatte (Aschenplan) *h* angebracht, die sich nach aufsen auf- und niederklappen läfst und die vom Treppenroste abgezogene Asche aufnehmen soll. Die in der Asche noch enthaltenen Kohlenteilchen verglimmen auf der Platte und erwärmen die unter dem Treppenroste zuströmende

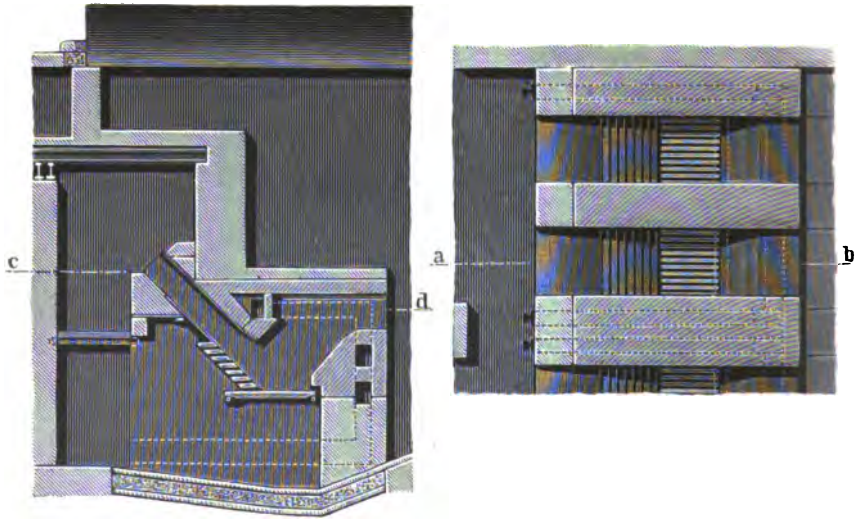
[1]) *Ö. Z.* 1866, **14**, Nr. 18. *Rittingers* Erfahrungen 1868 (*Hempel*). *Ö. Z.* 1863, **11**, 113 (*St. Nicolas*).

Digitized by Google

Luft. Durch Neigen der Klappe wird die ausgekühlte Asche entfernt. Auch in dem Aschenfalle unter dem Planroste ist eine bewegliche Klappe *i* angebracht, die beim Senken die Asche in ein Gewölbe *k* fallen läfst. Der Aufgabetrichter *m* besitzt oben und unten je eine Klappe, die unter einander mit einer Kette verbunden sind, so dafs beim Öffnen der oberen Klappe die untere schliefst. Durch Löcher in der oberen Klappe kann man nötigenfalls Luft über den Rost leiten. Die Siedepfanne *f* ruht auf Pfannenstehern. Die Einrichtung hat sich bewährt, jedoch dürfen die Kohlen nicht zu nafs sein. Später hat man mit dem Treppenroste einen geneigten *Mörth*schen Rost und einen Planrost mit Vorteil verbunden [1]).

Die jetzt bei den alpinen österreichischen Salinen angewendeten verbundenen Treppen- und Planrostfeuerungen sind durch die Fig. 235

Fig. 235.



im Längsschnitt und Grundrifs veranschaulicht. Sie sind bei der Saline zu Ebensee ausschliefslich in Gebrauch und sind auch zu Hallstadt, Aussee und Hallein eingeführt. Die Feuerung liegt weit tiefer unter der Pfanne, als bei norddeutschen Treppenrosten und es wird vorgewärmte Luft in den Verbrennungsraum eingeführt.

Unterwind hat man bei Treppenrosten zu Hall in Tyrol angewendet [2]). Man erzeugte dabei gegenüber gewöhnlichen Treppenrosten mit Zugluft auf 100 *kg* Häringer Kleinkohle 35,5 *kg* Salz mehr.

---

[1]) *Ö. Z.* 1874, **22**, Nr. 33, mit Abbildung.
[2]) *B.- u. H. Z.* 1873. S. 34 (mit Abbildung des Rostes).

Digitized by Google

Zu St. Nicolas bei Varangéville hat man zur Beschickung des Treppenrostes eine Schüttelvorrichtung angebracht. Dort bedient man sich auch der *Langen*schen Etagenroste mit der Abänderung, dafs die Roststäbe nicht in einer geraden, sondern in einer geknickten Linie liegen. Vor dem oberen Ende des Rostes liegt eine horizontale Platte zur Aufnahme des Brennmaterials. Eine um eine horizontale Achse drehbare Klappe, die mit der unteren Kante an die Aufgebeplatte anschliefst, läfst sich durch einen Hebel nach dem Feuer öffnen, wodurch der Rost mit Brennstoff beschickt wird.

In der Regel läfst man die kalte Luft ungehindert unter den Rost treten, der an der Schürstelle völlig frei liegt. Wo man vorgewärmte Luft unter den Rost führen will, mufs man die Schürseite durch Thüren abschliefsen (z. B. Bernburg).

Zu Dürrenberg sind die zu Anfang der fünfziger Jahre für erdige Braunkohle eingeführten Treppenroste, von denen je zwei durch eine Mittelzunge getrennt eine Siedepfanne beheizen, sämmtlich 1,88 *m* lang und beide zusammen für die gröfseren Pfannen von mehr als 100 *qm* Bodenfläche 2,48 *m* breit, für die Pfannen mit weniger als 100 *qm* Bodenfläche 2,10 *m* breit, wobei 20 *cm* auf die Stärke der Rostwangen mit Ansätzen entfallen. Jeder Rost ist zweiteilig, hat also zwei Seitenrostwangen, die einseitig mit Ansätzen zum Auflagern der Roststäbe versehen sind, und eine doppelseitige Mittelwange, die oben und unten auf den beiden Rostbalken aufliegen. Die gufseisernen Roststäbe sind 12 *cm* breit und 8 *mm* stark, bei den gröfseren Rosten 66 und 48 *cm* lang, bei den kleineren je 48 *cm* lang. Jeder Rost enthält 35 Reihen Roststäbe. Die Neigung der Wangen und des ganzen Rostes gegen die Horizontale ist 35°. Der vertikale Abstand der Roststäbe von einander ist 2,2 *cm*. Die ganze Rostfläche ist 4,66 und 3,95 *qm* grofs. Auf 1 *qm* Rostfläche kommen 20 bis 25 *qm* Siedepfannenfläche. Die freie Rostfläche für den Luftdurchgang beträgt bei den gröfseren Rosten 1,75 *qm*, bei den kleineren 1,48 *qm*, also etwa $^2/_3$ der ganzen Fläche, oder wenn man nicht den senkrechten Abstand, sondern die flache Breite der Fugen = 4 *cm* berechnet, 3,19 und 2,69 *qm*, also etwa $^2/_3$ der ganzen Rostfläche. Durch dieses günstige Verhältnis und dadurch, dafs das Brennmaterialklein nicht durch die Fugen des Rostes fallen kann, ist die bessere Leistung der Treppenroste gegen Planroste begründet.

Die Versuche, durch Benutzung von Roststäben mit Querkanälen, die noch besser die Luft in möglichster Verteilung dem Brennmaterial zuführen, die freie Rostfläche zu vergröfsern und die Leistung zu erhöhen (z. B. Roststäbe von *Otto Thost* in Zwickau), haben nicht den bei Dampfkesselfeuerung möglichen Erfolg gezeigt (Dürrenberg). Eine Brennstoffersparnis konnte nicht erreicht, ein höheres Salzausbringen nicht erzielt werden. Zu beachten ist, dafs die Salzpfannen eine ähnlich starke Beheizung wie Dampfkessel nicht vertragen, da sie leichter durchbrennen. Der Rost mufs dann verkleinert, das Schutz-

Digitized by Google

gewölbe verlängert werden. Bei dem stärkeren Luftzuge ist dann die Gefahr der Entstehung von Luftöffnungen in der Brennstoffschicht und die Wegführung unvollständig verbrannter staubförmiger Brennstoffteilchen vergrößert.

Ein Treppenrost gewöhnlicher Art von $2 \times 2 = 4$ *qm* Fläche wiegt etwa 1200 *kg*, wobei 180 *kg* auf die Rostbalken und 1020 *kg* auf Wangen und Roststäbe entfallen, von denen erstere in Herdguſs zu etwa 11 *Mk.*, letztere in Kastenguſs zu etwa 18 *Mk.* für 100 *kg* geliefert werden, so daſs der Rost an Guſseisenmaterial etwa 200 *Mk.* kostet. Für die ganze Einrichtung, Fundamentirung, Mauerung des Gewölbes über dem Rost und der Feuerbögen, der schmiedeeisernen Kohlenrümpfe mit Kohlenschiebern und der Aschenschieber ist ein Aufwand von 800 *Mk.* zu rechnen.

Pultöfen[1]). Pultfeuerungen sind besonders auf den österreichischen Salinen für Holzbrand (auch für Braunkohlen und Torf) eingeführt worden. Bei diesen Feuerungen durchstreicht die Verbrennungsluft den Brennstoff nicht von unten nach oben, sondern von oben nach unten, berührt also zunächst stets das frisch aufgelegte Brennmaterial. Ist Holz der Brennstoff, so bildet dieses zugleich den Rost, denn eiserne Roststäbe unter dem Brennstoff sind bei Holzfeuerung entbehrlich. Man erzielt dabei eine vollständigere Verbrennung als bei Rostfeuern. Der Brennstoff gelangt zunächst an die kühlste Stelle der Brennstoffschicht und rückt nach und nach in die heiſseren Schichten, wird also allmählich für die Verbrennung vorbereitet, er wird getrocknet und entgast, bevor er völlig verbrennt. Die Destillationsprodukte durchdringen die unterste Glutschicht, müssen durch die Flamme hindurch und verbrennen dadurch vollständig. Bei Rostfeuerungen kühlt der aufgeworfene frische Brennstoff die Glut, es fehlt die erforderliche Verbrennungswärme für die Gase, und die Verbrennung geht unter Rauchbildung und Verlusten vor sich. Ein Zudringen kalter Luft in die Glut beim Aufgeben frischen Brennstoffs wird vermieden. Soll die Feuerung für Braunkohlen oder Torf eingerichtet werden, so wird in dem Pultschachte ein Rost einzulegen sein. Damit die Verbrennungsgase in den Herdraum unter der Pfanne gelangen, muſs dieser zuerst angewärmt werden, bis der natürliche Zug hergestellt ist.

Vorgewärmte Verbrennungsluft tritt seitwärts zum Brennmaterial und führt die Verbrennungsgase in den Herd. Diese Art der Feuerung ist mit gutem Erfolge für Holz zu Ebensee, Hallein, Ischl, für Braunkohlen zu Ebensee, für Torf zu Aussee angewendet worden.

---

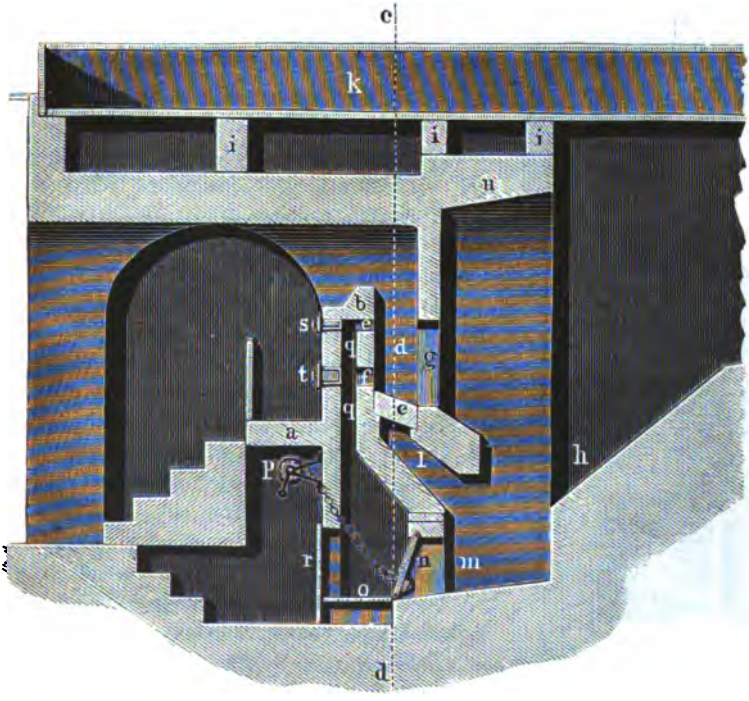
[1]) *Sponfelder*, Über richtige Lage und Gröſse des Feuersitzes bei Pultöfen im *P. J.* 1865, **175**, 268. *Posch* im *Leob. J.* 1859, **8**, 112. *Hellmann* in *B.- u. H. Z.* 1848, Nr. 18. *P. J.* 1849, **110**, 93. *Mörths* Pultfeuerung in *O. Z.* 1874, **22**, Nr. 33.

Digitized by Google

Man erhält eine gleichmäfsigere Erwärmung der Pfannen und infolge dessen ein gleichmäfsigeres Salzkorn. Die höheren Kosten der Anlage werden durch geringeren Brennstoffaufwand und verminderte Ausbesserungsarbeiten infolge gröfserer Schonung der Pfannen reichlich aufgewogen. Man führt die Flamme nicht unmittelbar unter die Pfanne, sondern zunächst unter ein Gewölbe, so dafs sie sich gleichmäfsiger unter der Pfanne verteilt.

Zu Ebensee hat man eine Siedepfanne durch vier neben einander liegende Pultöfen mit Holzfeuerung geheizt. Die Einrichtung (Fig. 236 a

Fig. 236 a.



u. 236 b, a. f. S.) ist folgende. Von der gemauerten, mit einem Geländer versehenen Bühne *a* aus wirft der Arbeiter Holzscheite von gleicher Länge über die Bank *b* weg auf den aus 11 geformten Stäben bestehenden Ziegelrost *c* in den Pultofenraum *d*, der immer bis oben angefüllt zu halten ist.

Die Verbrennungsluft tritt durch die Öffnungen *e* und *f* in den Raum *d*. Von diesem schlägt die Flamme durch fünf Füchse auf den Herd *h* und zieht unter der auf cylindrischen Stehern *i* aus Ziegelmauerwerk ruhenden Pfanne *k* hin bis an das entgegengesetzte Ende, wo der Pfannenboden nur 628 *mm* über dem Herde liegt. Die durch den Ziegelrost durchfallenden unverbrannten Holzkohlenstückchen

Digitized by Google

gelangen mit der Asche durch den Kanal *l* in den Raum *m*, wo sie noch nachträglich verbrennen. Die Brände zieht man von Zeit zu Zeit aus dem Raume *m* durch die Thür *n* auf den Rost *o*. Die Thür *n* kann mittels einer Kurbel und Kette, sowie einer mit Sperrrad und Sperrklinke versehenen eisernen Rolle *p* geöffnet und geschlossen und in jeder Stellung erhalten werden. Durch die auf dem Roste *d* entwickelte Hitze wird in dem Raume *q* die Verbrennungsluft vorgewärmt, die durch die Öffnungen *e* und *f* zum Holze gelangt. Eine Thür *r* schliefst den unteren Rost und den Aschenfall von der äufseren Luft ab. Bei *s* sind fünf Luftkanäle, die nach Belieben geöffnet und geschlossen werden können, *t* sind verschliefsbare Öffnungen, durch die Schlacken vom Roste gezogen werden können.

Fig. 236 b.

Die Feuerung liegt so unter der Pfanne, dafs etwa nur $^2/_3$ des Pfannenbodens von der Flamme unmittelbar getroffen werden, $^1/_3$ wird durch die strahlende Wärme des stark erhitzten übrigen Herdraumes erwärmt. Zum Schutz der Pfanne gegen die Stichflamme dient das Feuergewölbe *u*. Die vom Herde abziehenden Gase dienen zur Erwärmung von 14 Trockenkammern für die Füderltrocknung, ehe sie in die Esse gelangen.

Bei der Bedienung des Ofens hat man dafür zu sorgen, dafs die Holzauflage *d* immer gefüllt ist, und jede Rauchbildung vermieden und durch Regelung des Abzuges der verbrannten Gase durch die Register verhindert wird.

Die für Braunkohlenfeuerung bestimmten Pultöfen sind etwas anders eingerichtet.

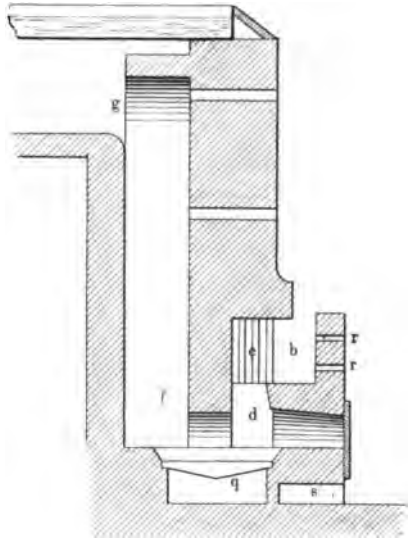
Hellmann in Salzbronn (a. a. O., siehe S. 764) giebt dafür folgende Konstruktion an (Fig. 237). Wichtig ist, dafs ein besonderer Gasentwickelungsraum, „der Korb“ (*b*), hergestellt wird, wobei die Flamme zwischen dem Backsteinroste *c* hindurch in den Feuerraum *d* niedergeht. Die Gase steigen dann im Schachte *f* aufwärts und gelangen bei *g* unter die Pfanne. *s* ist ein Kanal zur Zufuhr kalter Luft, *r* sind 12 Öffnungen in der vorderen Backsteinwand, die für gewöhnlich geschlossen sind und zum Reinigen dienen. An der Seite befindet sich eine Thür zum Ausräumen der Asche und Schlacke. *q* ist ein Rost zum Verbrennen der durchfallenden Zinder und Koke. Man hat mit diesem Ofen eine reine rauchfreie Verbrennung und 16 *Pct.* Brennstoffersparnis erzielt.

Digitized by Google

Auf den oberösterreichischen Salinen werden die Holzpulte 2 *m* lang hergestellt. Der Vorteil liegt in der Brennstoffersparnis und der Erzielung einer rauchfreien Verbrennung, so dafs die abziehenden Gase unmittelbar in die Füderldarren geführt werden können, ohne dafs ein Schwärzen der Füderl zu befürchten wäre. Fast das ganze erzeugte Salz kann bei einer Abzugstemperatur der Gase von 250 bis 280° *C.* durch die Abhitze gedörrt werden.

Auf galizischen Salinen stehen Pultfeuerungen für Holz in Gebrauch, das aus ärarischen Forsten leicht und billig zu beziehen ist. Früher stellte man viele Pulte neben einander auf, auf je fünf *Fufs* Pfannenbreite kam ein Pultofen zu stehen, jetzt beschränkt man sich auf wenige, aber gröfsere Pultfeuer. Statt vier kleine wie früher, hat man in der Regel zwei gröfsere. Dieser Zahl entspricht die Anzahl der Abzugsöffnungen und der Dörrapparate. Früher baute man hinter die Pulte unter der Pfanne Schutzgewölbe ein. Diese haben sich als entbehrlich gezeigt, da die Flammentemperatur nicht so hoch ist, so dafs man sie jetzt fehlen läfst. Die Zwischenpfeiler zwischen und neben den Pulten erhalten Luftzuführungskanäle, in denen sich die Verbrennungsluft vorwärmt. Man rechnet auf 1 *kg* Salz 9 *cbm* Luftzufuhr, davon 4 *cbm* für die Feuerung, 5 *cbm* für den Dunstabzug in den Dörrraum. Feuerküche und Siederaum sind durch eine Wand getrennt[1]).

Fig. 237.



Die Pultfeuerräume sind in Galizien im allgemeinen 1,10 *m* lang, 27 bis 40 *cm* breit, 50 bis 60 *cm* tief.

Auf der Saline des Grafen *Schuwaloff* im Gouvernement Perm werden die von den Pultfeuern an der hinteren Längsseite der Pfanne abziehenden Feuergase durch vier Kanäle unter eine Vorwärmpfanne und dann in die gemeinsame Esse geführt. Die Salzdarren liegen unter der Vorwärmpfanne. Die Hauptpfanne liefert auf den Kubikfaden gemischten Holzes mit 15 *Pzt.* Feuchtigkeit 3000 *kg* Salz, oder (1 Kubikfaden = 4,55 *cbm*) auf 1 *cbm* 660 *kg*. In Ischl erhielt man bei der Pultfeuerung aus 1 *cbm* weichen Holzes durchschnittlich 436 *kg* Salz.

[1]) *Ö. Z.* 1896, **44**, 289 (*E. Windakiewicz*).

Digitized by Google

Gasöfen. Bei der Gasfeuerung wird der Brennstoff: Holz, Torf, Braun- oder Steinkohle zunächst vergast, bevor er völlig verbrennt. Dazu dient ein kleiner Schachtofen (Gasgenerator), in dessen unterem Teile auf einem Roste der Brennstoff durch Zugluft oder Gebläseluft verbrannt wird. Dabei bildet sich neben wenig Kohlenoxydgas hauptsächlich Kohlensäure, die sich beim Aufsteigen in den darüber liegenden glühenden Brennstoffschichten zu Kohlenoxydgas reducirt. Bevor das Gas über die Feuerbrücke und unter die Siedepfanne tritt, wird es durch zahlreiche Öffnungen mit vorgewärmter Luft gemischt, wobei eine lebhafte und vollständige Verbrennung der Gase erfolgt und eine bedeutende Wärme entwickelt wird. Je nachdem man die Verbrennungsluft mehr oder weniger erwärmt, Gebläse- oder Zugluft anwendet, oder einen Überschufs von Luft zuführt, kann man stärkere oder geringere Hitzegrade erreichen.

Besonders für Brennstoff minderer Güte sind Gasfeuerungen zu empfehlen. Diese Feuerungen lassen die Verwertung aller Brennstoffabfälle, von Brennstoffen mit hohem Aschengehalte und kurzer Flamme, auch in Form von Grus zu, der bei anderen Feuerungen durch den Rost fallen würde.

Die Vorteile liegen in der vollständigen rauchfreien Verbrennung. Die Feuerungen haben deshalb hauptsächlich auf österreichischen Salinen Eingang gefunden, wo man die Abhitze zum Dörren der Füderl benutzt und unmittelbar in die Dörrkammern führt und deshalb reine, rauchfreie Verbrennungsgase haben mufs.

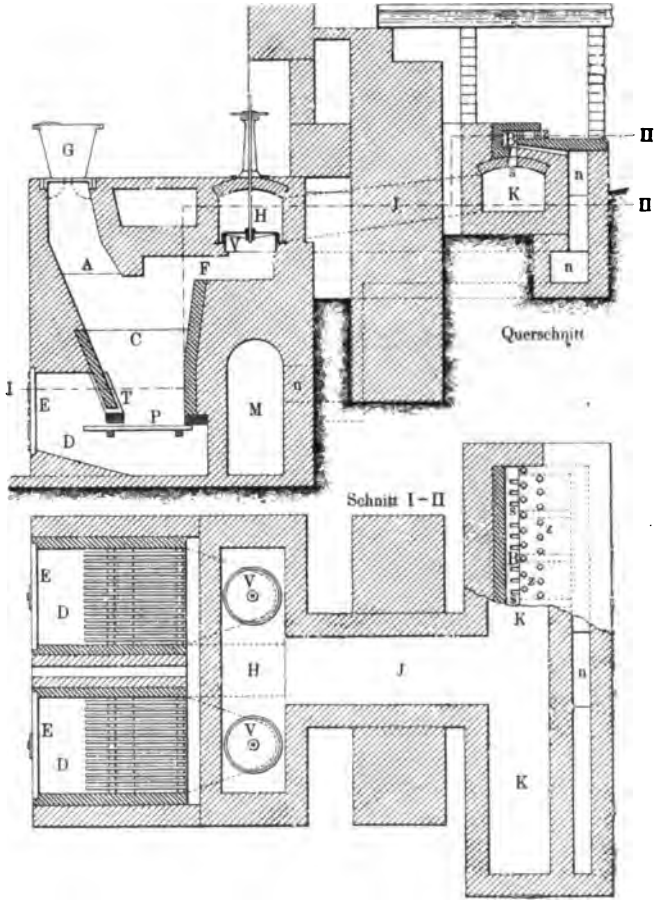
Um die Anlagen nicht kostspielig zu machen, wird man Gebläse in der Regel ausschliefsen müssen. Die Gasfeuerungen entwickeln eine gleichmäfsige, nicht allzu hohe Hitze, das macht ihre Anwendung zunächst nur für reine, gypsfreie, gesättigte Soolen zweckmäfsig. Einen schnellen Wechsel in der Wärmeentwickelung, wie er beim Stören und Soggen unreinerer Soolen erforderlich wird, läfst die Gasfeuerung nicht zu.

In Schönebeck hat man mit einem Gemisch von Braunkohlen und Steinkohlen auf einem 1,255 *m* langen, 1,098 *m* breiten Roste mit 33 *mm* starken Roststäben und 20 *mm* Fugenweite in drei 941 *mm* hohen Zuggeneratoren Versuche zur Heizung einer Pfanne mit 98,5 *qm* Bodenfläche gemacht. Der Erfolg war, dafs man für dieselbe Salzmenge mehr Brennstoff verbrauchte, als bei gewöhnlichen Circulirfeuerungen, dafs die Gasfeuerung zum Abdampfen reicher Steinsalzsoolen zweckmäfsig angewendet werden kann, aber zur Versiedung natürlicher Soolen weniger zu empfehlen ist. Letztere erfordern in der Regel eine vorherige Abstörung und Reinigung, häufige Entleerung der Pfannen, so dafs abwechselnd bald eine starke Erhitzung, bald eine Abkühlung der ganzen Anlage nötig ist. Dazu will sich die Gasfeuerung nicht recht eignen, die eine gleichmäfsige Hitze liefert und einen Wechsel in der Befeuerung weniger zuläfst.

Digitized by Google

Zu Aussee[1]) hat man im Jahre 1878 für Torf und Braunkohlen bei einer 155 *qm* grofsen Pfanne eine Gasfeuerung eingerichtet (Fig. 238). Der Herd ist durch eine Scheidewand in zwei Teile geteilt, jede Hälfte der Pfanne wird durch zwei mit einander verbundene Gasgeneratoren

Fig. 238.



geheizt. Die Gasgeneratoren jeder Seite stehen mit denen auf der anderen Seite der Pfanne in keiner Verbindung.

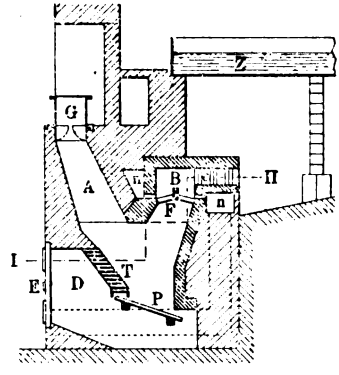
Der trichterförmige Ofenschacht *C* ist unten mit einem gewöhnlichen Plan- und Treppenroste *P* und *T* abgeschlossen. Über dem Füllschachte *A* befindet sich ein gufseiserner Füllkasten *G* zum Aufgichten des Brennstoffs. Der Zugang zum Roste und zum Aschenfall

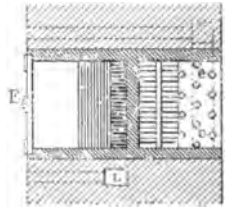
[1]) *P. J.* 1882, **246**, 288.

Digitized by Google

ist durch eine Thür E abgeschlossen. Gegenüber dem Füllschachte zweigt sich vom Generatorschachte der Gaskanal F ab, der durch ein Ventil V abgeschlossen werden kann. Bei geöffnetem Ventil gelangen die Gase aus dem Kanal F in den beiden Generatoren gemeinsamen Gaskanal H, der durch den Kanal J mit dem unter der Pfanne liegenden Kanal K verbunden ist. Im Gewölbe des Kanals K ist ein System von Schlitzen s angebracht, durch das die Gase in den Verbrennungskanal B (Brenner) eintreten. Über den Schlitzen s münden in den Verbrennungskanal horizontale Luftschlitze für den Zutritt der in den Kanälen des Ofenmauerwerkes, im Gewölberaume M und in dem Kanale n vorgewärmten Verbrennungsluft. Die senkrecht auf einander stofsenden Gas- und Luftströme müssen zur Vervollständigung der Verbrennung noch durch das Ziegelgitterwerk z gehen. Durch das Ventil V wird die Gaszufuhr, durch einen Schieber im Kanal n die Luftzufuhr geregelt.

Fig. 239.





Die Pfanne ist 15,25 m breit und 10,2 m lang. Je zwei Generatoren haben eine 7,62 m breite und 10,2 m lange Fläche der Pfanne zu beheizen. Die erforderliche Hitze konnte erst erreicht werden, als der Brenner die beschriebene, eine intensive Verbrennung hervorrufende Einrichtung erhielt. Beim Anfeuern der Generatoren geht Wärme verloren, Heizgase gehen unverbrannt weg. In dem langen Kanale verdichten sich Theerdämpfe. Das Gasventil leidet durch die Hitze.

Heupel[1]) richtete deshalb 1880 zu Aussee eine direkte Gasfeuerung ein. Die Pfanne von 130 qm Bodenfläche erhielt drei Generatoren von der in Fig. 239 gezeichneten Form, die auf der 17,1 m langen Breitseite der Pfanne gleichmäfsig verteilt wurden. Der Verbrennungskanal B liegt hier sogleich über dem Generatorschachte, nur durch ein nahezu horizontales Ziegelgitterwerk F von diesem getrennt. Die vorgewärmte Luft tritt in horizontalen Schlitzen aus den Kanälen $n\,n$ über diesem Ziegelroste in die Verbrennungsgase. Die Mischung und Verbrennung wird durch das Ziegelgitterwerk e vervollständigt. Die Gase treten dann sogleich unter den Herd. Gut schliefsende Luftklappen in

[1]) *Ö. Z.* 1882, 30, Nr. 33, 34 u. 51.

Digitized by Google

der Thür *E* regeln die Luftzufuhr zum Brennstoff und damit die Gaszufuhr zum Brenner.

Die vier erst beschriebenen Generatoren vergasen in 24 Stunden 12,5 *t* Traunthaler Lignit oder 10 *t* Torf, die letzt beschriebenen drei Generatoren 10,5 *t* Traunthaler Lignit. Mit diesen Gasfeuerungen

Fig. 240 a.

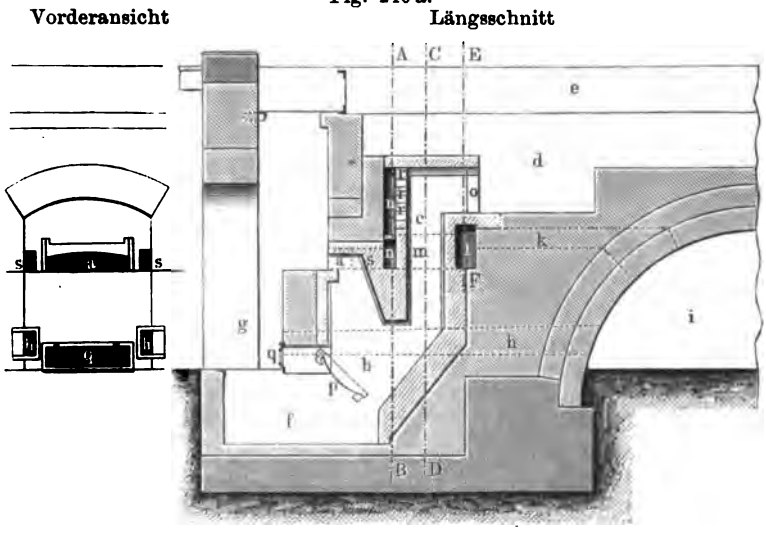
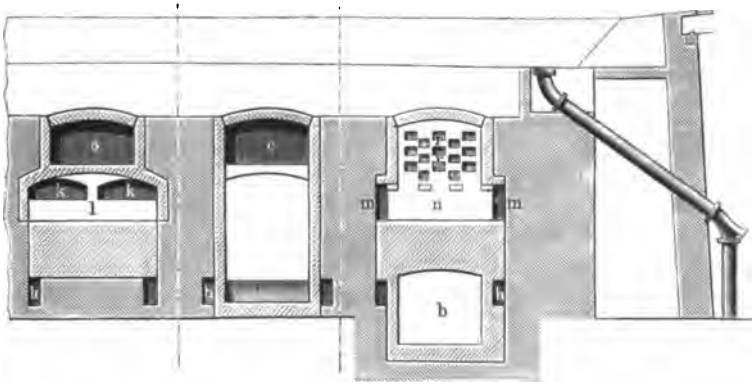


Fig. 240 b.



erzielte man zu Aussee ein Salzausbringen von 122 *kg* auf 100 *kg* Traunthaler Kohle, gegen 117 *kg* Salz bei der Treppenrostfeuerung zu Ebensee. Versuche mit böhmischer Kohle gaben gar ein Ausbringen von 277 *kg* Salz auf 100 *kg* Kohle.

Der Brennwert der verwendeten Kohlensorten stand dabei in folgendem Verhältnisse:

Digitized by Google

1 *kg* Traunthaler Stückkohle verdampfte 3,6 *kg* Wasser,
1 „ Littizer Förderkohle „ 5,53 „ „
1 „ „ Grobkohle „ 7,02 „ „

Die Verdampfung in der Pfanne stellte sich nach dem Salzausbringen bei der Gasfeuerung noch um 10 *Pct.* günstiger, als bei der Dampfkesselfeuerung.

Diese *Heupel*schen Halbgasfeuerungen haben seitdem auch auf anderen Salinen Eingang gefunden.

Fig. 240 a und 240 b (a. v. S). zeigen eine Feuerungseinrichtung der Saline Frauenreuth bei Berchtesgaden. *a* ist der Beschickungsraum, *b* der Entgasungsraum, *c* der Verbrennungsraum, *d* der Herdraum, der unterwölbt ist, *e* die Pfanne, *f* der Aschenfall, der unter dem den Feuerungsraum abschliefsenden, schräg stehenden Planrost *p* liegt. Eine

Fig. 241.

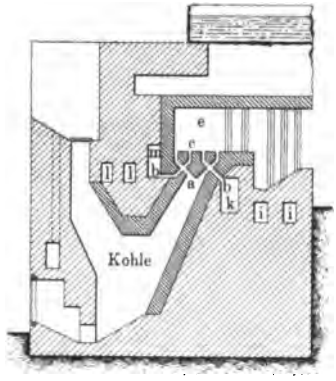
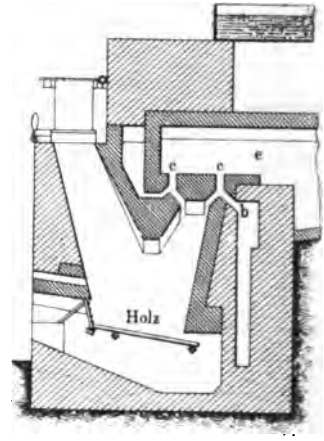


Fig. 242.



Thür *q* schliefst den Zugang zum Rost ab. Die Verbrennungsluft tritt von der Feuerküche *g* aus in den zu beiden Seiten neben dem Aschenfall beginnenden und längs des Entgasungsraumes verlaufenden Kanälen *h* in den Gewölberaum *i*, wo die Luft die Wärme des Herdbodens aufnimmt. von da streicht sie durch die höher liegenden beiden gewölbten Kanäle *k* in die Kammer *l* hinter den Verbrennungsraum und durch die zu dessen beiden Seiten liegenden Kanäle *m* in die vor dem Verbrennungsraume liegende Kammer *n*, die durch ein Mauersteingitter *r* von dem Verbrennungsraume *c* getrennt ist. Hier mischt sich die reichlich vorgewärmte Luft mit den Brenngasen, die bei *o* unter die Pfanne treten. Die Kanäle *s* erlauben, unmittelbar von der Feuerküche aus Luft dem Verbrennungsraume zuzuführen, wodurch die Luftzufuhr regulirt werden kann. Kanäle mit Schauöffnungen an den Seiten erlauben einen Durchblick bis zum Verbrennungsraume.

Auf der Saline zu Traunstein liegen vier Siedeeinrichtungen mit Halbgasfeuerungen um eine Esse gruppirt (Fig. 247, S. 788), viererlei

Digitized by Google

Brennmaterial wird verwendet, bei der einen Holz, bei der anderen Torf, bei der dritten Traunthaler Lignit, bei der vierten Misbacher Nufskohle. Auch zu Rosenheim wird Torf in Halbgasfeuerungen gebrannt. Die Öfen haben dort horizontal liegende Roststäbe.

Eine der letzteren ähnliche Gasfeuerung ist zu Ischl mit Erfolg seit 1881 in Betrieb. Jedoch hat man hier Kreuzbrenner angewendet[1]) (Fig. 241). Gas- und Luftstrom mischen sich innerhalb der sich durchkreuzenden Schlitze. *a a* sind die Gasschlitze, *b b* die Luftschlitze. So gemischt treten die Gase in den darüber liegenden Verbrennungsraum *e*.

Für Holzvergasung hat man in Ischl Generatoren von der in der Fig. 242 gezeichneten Form angewendet.

Eine Untersuchung der Rauchgase ergab folgende Zusammensetzung:

	Bei der ursprünglichen Form der Brenner	Bei den Brennern des Holzgenerators	Bei den Kreuzbrennern für den Kohlengenerator
Kohlensäure	11,2	14,0	15
Kohlenoxyd	0,2	—	—
Sauerstoff	9,0	5,5	4
Stickstoff	79,6	80,5	81

Bei der Vergasung der Traunthaler Kohle im Generator wurden auf 100 *kg* Brennstoff 137,3 *kg* Salz erzeugt, bei direkter Kohlenfeuerung betrug die Leistung nur 117 *kg* Salz, so dafs man eine Brennstoffersparnis von 13 *Pct.* erreichte.

Die Kreuzbrenner arbeiteten am günstigsten und man erhielt in den Salzdarren vollkommen weifses Salz.

Für den Siedebetrieb ist die Verwendung der Abhitze in den Dörrkammern nachteilig. Die Dörrung beansprucht eine Abzugswärme der Verbrennungsgase von 250°. Das Öffnen und Schliefsen der Dörrkammern stört den regelmäfsigen Zug und die gleichmäfsige Erwärmung der Siedepfanne. Die Gase kommen mit kaltem nassem Salz in Berührung, wodurch sich die Zugschwankung erhöht. Die Leistung der Darren war gering. Die Endtemperatur der Gase beim Austritt aus den Darren war 83°. Nur $^1/_8$ der dabei abgegebenen Wärme wird zur Wasserverdampfung verbraucht. Man richtete deshalb noch eine direkte Heizung der Darren ein und führte so viel Heizgase zu, als zur Erhöhung der Abzugstemperatur und zur Herbeiführung eines ungestörten Siedeprozesses nötig war. Dieses Verfahren hat sich bewährt.

Zum Vergleiche des Erfolges gegenüber der Pultfeuerung wurden in Ischl drei Probesude ausgeführt.

---

[1]) *P. J.* 1883, **250**, 367. *Ö. Z.* 1883, **31**, 421.

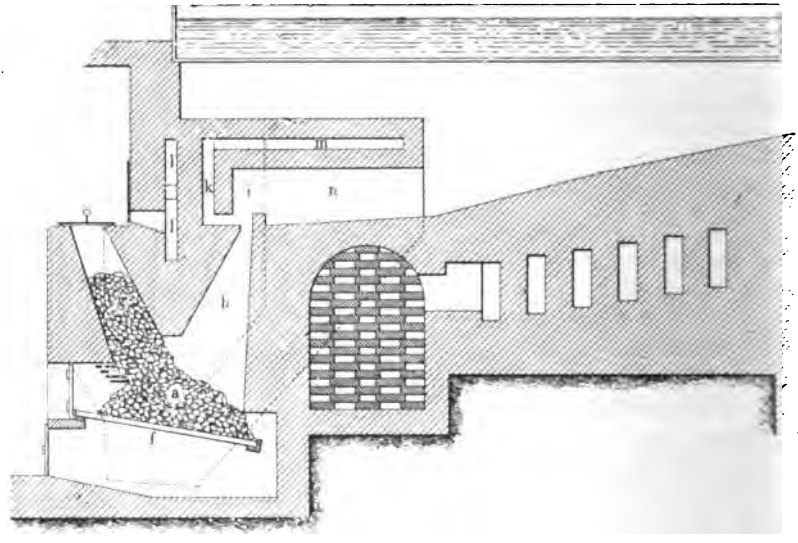
Digitized by Google

Man erhielt auf 1 *cbm* weichen Holzes bei

	Pultfeuerung	Gasfeuerung
1.	438,2 *kg* Salz,	511,1 *kg* Salz,
2.	431,8 „ „	483,6 „ „
3.	437,7 „ „	506,8 „ „
im Mittel	435,9 *kg* Salz,	500,5 *kg* Salz,

bei Gasfeuerung also ein um 14,8 *Pzt.* günstigeres Ergebnis. Beim zweiten Sude hatte man die Gase vorzugsweise durch übermäfsiges Öffnen der Abzugsschieber mit einer höheren, der Pultfeuerung ähnlichen Endtemperatur (durchschnittlich 242°) in die Darren eingelassen, wodurch sich das Ausbringen sofort verminderte und wodurch die Notwendigkeit einer besonderen Befeuerung der Darren bestätigt wurde.

Fig. 243



Auf dem Franz Karl-Werke zu Ischl ist 1888 die Gasfeuerung mit gutem Erfolge eingeführt worden[1]). Für eine Pfannenfläche von 176 *qm* ist eine Rostfläche von 6,25 *qm* gewählt worden. Die Feuerung liegt wie bei den Tyroler Pfannen an einer Langseite gegenüber dem Ausbärborde. Eine Mittelzunge teilt den Herdraum für zwei getrennte Feuerungssysteme, die je eine besondere Esse haben. Zwischenzungen im Herde bewirken eine Cirkulation der Heizgase, die einmal zurück, dann wieder hin in die Darrkammern geführt werden. Für jede Pfannenhälfte ist ein Doppelgenerator eingebaut worden (Fig. 243). *a* ist die Schütthöhe, *f* der Planrost, *g* der Füllrumpf, *h* der Gaskanal.

[1]) *C. v. Balzberg, Preisschrift.*

Digitized by Google

bei *i* liegen die Brenner, *n* ist der Verbrennungsraum. Die Verbrennungsluft tritt bei *l* ein, streicht durch die Kanäle des Mauerwerkes und des Gewölbes über den Verbrennungsraum und gelangt dann durch die Kanäle *l*, *m*, *k* in den Brenner. Die Flamme kann von einem zwischen den Doppelöfen liegenden Gange aus beobachtet werden. Durch Schieber läfst sich der Luftzutritt regeln. Die Feuergase bestreichen die Pfanne und treten mit etwa 200° Wärme in die zu beiden Seiten der Pfanne gelegenen sechs Darrkammern. Beim Austritt aus den Darren haben sie noch etwa 80 bis 90°. Die beiden Essen sind 25 *m* hoch und haben zusammen 1 *qm* Querschnitt.

Das Ausbringen auf 100 *kg* Traunthaler Kohle stieg von 124 auf 128 bis 130 *kg* Salz und noch darüber. Die Verbrennung war höchst vollkommen, es zeigte sich keine Spur von Rauchbildung und in den Dörrkammern, die von den Gasen durchstrichen werden, blieb das Salz hell weifs. Über den Essen zeigte sich nur ein Zittern der Luft.

Nach der theoretischen Verdampfungsfähigkeit der Traunthaler Kohle (Lignit), die je nach dem Feuchtigkeitsgrade 2800 bis 3000 *Cal.* entwickelt, würden 160 bis 170 *kg* Salz auf 100 *kg* Kohle erzeugt werden können, da zur Verdampfung von 73,5 *Pct.* Wasser in der Soole auf 1 *kg* Salz 2,773 *kg* Wasser zu verdampfen und 1766,4 *Cal.* zu beanspruchen wären. Das wirkliche Ausbringen an Salz ergiebt also einen Wirkungsgrad der Gasfeuerungsanlage von 80 *Pct.*

Die Wärme des Mauerwerkes bei dieser Anlage wird zur Heizung von Heifsluftdörrkammern verwendet (Fig. 176, S. 672).

Über die ersten Versuche mit Gasfeuerung siehe auch Mitteilungen von *Alois Miller* in Zerrenner, Gasfeuerung, Wien 1856, und Innerösterreichisches Industrie- und Gewerbeblatt von *Karl v. Frankenstein*, Jahrg. 1844, S. 257, über Versuche zu Jenbach mit Häringer Kohle; in *Karstens* Archiv 24, 1851, S. 372, von *Wapler* über einen Versuch in Schönebeck. *Simmersbach* (in Dingl. Polyt. Journ. 1878, 228, 234) beschreibt einen Gasgenerator für Siedepfannen.

Was im allgemeinen die Verbesserungen in der Befeuerung der Siedepfannen anbelangt, so hat man in dem Salzkammergute und in Bayern, wo der Brennstoff besonders teuer ist, die meisten Versuche gemacht und ist dort am weitesten in der wirtschaftlichen Verwendung des Brennmaterials fortgeschritten. In Norddeutschland, wo der Brennstoff billiger ist, hat man sich meist auf die Anwendung gewöhnlicher Plan- oder Treppenroste beschränkt, jedoch durch Einrichtung von Cirkulirherden auf eine sorgfältige Ausnutzung der Wärme Bedacht genommen. In England geht man bei äufserst billigem Brennstoff verschwenderisch mit der Wärme um, heizt auf einer Reihe von Planrosten, die neben einander an einer kurzen Pfannenseite liegen, mit billigen Steinkohlen und läfst die Heizgase ohne Cirkulation in parallelen Zügen unter der Pfanne her in die Essen abziehen.

Digitized by Google

Nur selten sucht man in Norddeutschland den Wirkungsgrad der Feuerungsanlage durch Anwendung vorgewärmter Verbrennungsluft zu erhöhen. Der Einbau von Luftheizkanälen ist zu umständlich. Da der Brennstoff billig ist, so spart man lieber die Kosten für Einrichtungen, die eine bessere Brennstoffverwertung erreichen lassen.

Die einfache, direkte Feuerung läfst eine schnellere Regelung, je nach dem Stadium des Abdampfprozesses zu, eine Verschärfung beim Stören und Feinsalzsoggen, eine Mäfsigung beim Soggen gröberen Salzes. Bei der Gasfeuerung ist ein schneller Wechsel weniger möglich. Die Gasfeuerung liefert eine für den Siedeprozefs überflüssige und ungünstig wirkende, zu hohe Anfangstemperatur. Zweckmäfsig ist es deshalb, die Luft als Wärmespeicher zu Hülfe zu nehmen und die erhitzte Luft da zu verwenden, wo sie zweckmäfsig gebraucht werden kann.

Da gewöhnliche Siedefeuer gegen Dampfkesselfeuerungen schon einen guten pyrotechnischen Effekt ergeben, so findet man in der Regel keine Veranlassung, noch einen höheren Effekt durch kostspielige Anlagen zu erreichen.

Nach den Erfahrungen im Salzkammergute geben Gasfeuerungen im Verhältnis zu zweckmäfsig gebauten, gewöhnlichen Feuerungen eine Brennstoffersparnis von 10 bis 15 *Pzt.* Die Anlagekosten sind meist schon nach einem halben Jahre durch die Brennstoffersparnis gedeckt. Aufserdem lassen sich bei Gasfeuerungen alle Brennstoffabfälle, Grus, Lösche, Sägespäne vortrefflich verwerten. Aufser den Gasfeuerungen haben sich in dem Salzkammergute der kombinirte Plan- und Treppenrost mit Einrichtung für Rauchverzehrung und Unterwind für Kleinkohle (Saline Hall), und derselbe mit gewöhnlichem Kaminzuge (Salinen Ebensee und Hallstadt) für Traunthaler Stückkohle und der *Mörth*sche Planrost für alle Kohlengattungen gut bewährt. Für Holzbrand wird der Pultfeuerung vor allen der Vorzug gegeben.

Eine gleich günstige Verbrennung, aber bessere Regelung der Wärme als bei Gasfeuerungen wird man sich nach *C. v. Balzberg* von der für Dampfkessel eingerichteten Patentfeuerung von *Callenberg* und *Fischer* versprechen können [1]). Die gasförmigen und die festen Bestandteile des Brennstoffs werden hierbei getrennt verbrannt. Der Brennstoff (z. B. böhmische Braunkohle) wird in einen von den Brenngasen bespülten Kohlenrumpf eingefüllt und dort zunächst getrocknet. Durch die Bodenöffnung, die durch einen Schieber geschlossen werden kann, fällt die Kohle in den Entgasungsraum, der über einem schrägen Planroste liegt. Das schräg ansteigende Feuergewölbe über dem Roste bildet zugleich eine Seitenwandung des Entgasungsraumes, in dem eine hohe Temperatur durch die heifsen Umfassungswände herrscht. Ein Chamotteschieber schliefst die untere Öffnung des Entgasungsraumes von dem Planroste ab. Durch diese Öffnung fällt die Kohle verkokt

[1]) *O. Z.* 1885, 33, 325. *C. v. Balzberg, Preisschrift.*

Digitized by Google

auf den Rost, wo sie verbrennt. Die Verbrennungsluft wird unter dem Roste und durch seitliche Luftkanäle über dem Roste zugeführt. Die Gase des Entgasungsraumes fallen in Kanälen zu beiden Seiten dieses Raumes abwärts, und treten über dem Roste in den Verbrennungsraum, wo ihnen durch besondere Kanäle Luft beigemischt wird. Bei reichlicher Luftzufuhr ist die Verbrennung vollkommen. Im Gegensatz zur Gasfeuerung kann die Brennstoffzufuhr und Schürung beliebig verstärkt und vermindert werden, wie es Stör- und Soggeprozefs erfordern.

Wie *A. Aigner*[1]) mitteilt, hat man beobachtet, dafs bei den früheren Holzpultfeuerungen, die eine weniger vollkommene Verbrennung ergaben und bei denen viel überschüssige atmosphärische Luft mit den Verbrennungsgasen in die Dörrkammern gelangte, die Salzfüderl schneller und vollkommener trockneten und dabei eine gröfsere, für den Transport günstigere Festigkeit erlangten, als bei den später eingeführten Gas- und Halbgasfeuerungen, bei denen eine vollkommene Verbrennung erreicht wird, so dafs mehr Kohlensäure in den Verbrennungsgasen in die Dörrkammern gelangt.

Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure haben, wie festgestellt ist, gleiche Absorptionsfähigkeit für Wasser (1 *cbm* trockene Luft absorbirt bei 200° *C.* etwa 589 *g* Wasser, s. S. 651), so dafs die Ursache nicht in einer verschiedenen Absorptionsfähigkeit der Verbrennungsgase, wohl aber in einer Verminderung der Gasmenge bei minderem Luftüberschufs und höherem Feuchtigkeitsgehalte der Verbrennungsgase liegen kann. Dafs auch stärkere Hitzegrade die Trocknung ungünstig beeinflussen können, lehrt die Erfahrung bei der Herdtrocknung, wo bei sehr schnell entwickelten Hitzegraden das Salz im Innern der Schollen weniger trocken wird, als bei gleichmäfsiger, geringer Wärme. Eine Erklärung dafür ist darin zu finden, dafs übermäfsige, schnell wirkende Hitze die äufsere Schicht der Salzstücke zusammenfrittet und die Feuchtigkeit des inneren Kernes am Verdunsten hindert. Bei längerem Lagern im Magazin verteilt sich die Feuchtigkeit wieder auf das ganze Salzstück und befördert sein Zerfallen.

Über den Wärmeverbrauch bei verschiedenen Feuerungen für Siedung und Trocknung giebt *Grüner* interessante Berechnungen[2]). Bei einer Holzpultfeuerung in Ischl (Pfanne I des Graf Kolowrat-Sudwerkes) werden auf 15818 *kg* Stöckelsalz und 645 *kg* Nebensalzen zusammen 16463 *kg* Salz täglicher Produktion 13559,8 *kg* Holz verbraucht. Zum Verbrennen von 1 *kg* dieses Holzes sind theoretisch 4,453 *kg* Luft erforderlich. Es werden jedoch die 2,3fache Menge oder 5,789 *kg* überschüssige Luft in die Pultfeuerung eingeführt. Diese enthalten bei 0,237 *spf. Wärme* der Luft 1,3719 *W.-E.* auf 1 Tempera-

[1]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 4.
[2]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 348, 367, 387.

Digitized by Google

turgrad. Dazu kommen 5,4455 *kg* Verbrennungsgase mit 1,4472 *W.-E.* Es strömt also von der Feuerung von 1 *kg* Holz ein Gasgemisch von 11,2344 *kg* mit 2,8191 *W.-E.* ab. Da bei der Verbrennung von 1 *kg* Holz die entwickelte Wärmemenge 2975 *W.-E.* ausmacht, so ergiebt sich die Temperatur der Verbrennungsgase zu $\frac{2975}{2{,}8191} = 1055^0$.

Der gröfsere Teil des Wassers der Soole verdampft in der Siedepfanne, ein kleinerer Teil in den Salzdarren. Das Verhältnis ist derart, dafs 87,9 *Pzt.* (= 14474 *kg*) Salz in der Pfanne und 12,1 *Pzt.* (= 1989 *kg*) Salz in den Dörrkammern durch Wasserverdampfung gewonnen wird. Nach *Arbesser* (s. S. 707) sind auf 1 *kg* Salz 1766 *W.-E.* erforderlich, also für 14474 *kg* 25561084 *W.-E.* Bei der Holzpultfeuerung werden 13559,8 × 2975 = 40340405 *W.-E.* erzeugt, wovon bei einer Temperatur der zu den Dörrkammern gelangenden Gase von 290° 2,8191 × 290 = 817,5 *W.-E.* auf 1 *kg* Holz, also im ganzen 817,5 × 13559,8 = 11085136 *W.-E.* in die Dörrräume gelangen.

Es werden also bei der Siedung unter der Pfanne 29255269 *W.-E.* verbraucht, und zwar zur Wasserverdampfung bei der Soole 25561084 *W.-E.*, der Rest von 3694185 *W.-E.* oder 9,1 *Pzt.* der ganzen Wärmemenge sind Verluste durch Ausstrahlung und Ableitung.

Die Darren erforderten für die Erwärmung der Stöckel von 30° auf 290° für 16302 *kg*, nämlich 16463 *kg* weniger 161 *kg* Pfannenstein, 16302 (290 — 30) . 0,214[1]) = 907043 *W.-E.*, und zur Erzeugung von 1989 *kg* Salz aus anhaftender Soole 1989 × 1766 = 3512574 *W.-E.*, zusammen 4419617 *W.-E.*

Bei 100° Abzugstemperatur sind mit den Endgasen 13559,8 × 100 × 2,8191 = 3822643 *W.-E.* und mit dem Wasserdampfe der Soole (4869 *kg* auf 1989 *kg* Salz) 4869 × 100 × 0,481[2]) = 257619 *W.-E.*, zusammen 4080262 *W.-E.* abgeführt worden. In den Dörrkammern sind somit 11085136 — 4080262 = 7004874 *W.-E.* verbraucht worden. Da nur 4419617 *W.-E.* erforderlich waren, sind 2585257 *W.-E.* mehr verbraucht worden, das ist ein Wärmeverlust von 6,4 *Pzt.* und in den Abzugsgasen im Kamin (mit 4080262 *W.-E.*) ein Wärmeverlust von 10,1 *Pzt.* der ganzen Wärmemenge (von 40340405 *W.-E.*). Der ganze Wärmeverlust ist also 9,1 + 6,4 + 10,1 = 25,6 *Pzt.* der durch die Verbrennung des Holzes rechnungsmäfsig entwickelten Wärmemenge.

In gleicher Weise sind der Wärmeverbrauch bei einer Treppenrostfeuerung zu Ebensee (Pfanne III des Fürst Lobkowitz-Sudhauses) und der bei einer Gasfeuerung zu Ischl (Pfanne I des Graf Kolowrat-Sudwerkes von 1889) bei Verwendung von Traunthaler Lignit berechnet. Es sind danach folgende Ergebnisse gegenüber zu stellen.

---

[1]) Spezif. Wärme des Salzes (nach *Regnault*) 0,21401 (s. S. 36).
[2]) „ „ „ Wasserdampfes 0,4805.

Digitized by Google

Brennstoff		Pultfeuerung Holz	Treppenrostfeuerung Kohlen (Traunthaler Lignit)	Gasfeuerung Kohlen (Traunthaler Lignit)
Sudwerk		Graf Kolowrat Pfanne I in Ischl	Fürst Lobkowitz Pfanne III in Ebensee	Graf Kolowrat Pfanne I in Ischl 1889
Produktion täglich:				
Stöckelsalz	*kg*	15 818	21 458	17 473
Nebensalze	„	645	875	727
zusammen	„	16 463	22 333	18 200
davon Pfannenstein	„	161	220	182
Salz zur Dörrung	„	16 302	22 113	18 018
Brennstoffaufwand:				
Holz	„	13 559,8	—	—
Traunthaler Lignit	„	—	18 332	13 570
Holz zur Nachhülfe in Holzpultöfen der Urenddarren bei der Salzdörrung	*Rm.*	—	—	2,584
Der Brennstoff enthielt:				
Kohlenstoff	*Pzt.*	37,13	36,98	
Wasserstoff	„	4,5	2,64	
Sauerstoff	„	32,62	15,11	
Stickstoff	„	—	0,71	
Asche	„	0,75	8,56	
Wasser	„	25,00	36,00	
Absoluter Wärmeeffekt[1])	*W.-E.*	2975	2979	1282 (Vergasungswärme)
Es entstehen durch die Verbrennung (bezw. Vergasung) von 1 *kg* Brennstoff:				
Kohlensäure	*kg*	1,3611	1,3556	0,4520
Kohlenoxydgas	„	—	—	0,5751
Wasserstoff	„	—	—	0,0076
Wasser (chem.)	„	0,0387	0,0684	—
„ (hygr.)	„	0,6169	0,5299	0,5299
Stickstoff aus Luft	„	3,4288	3,5038	2,2005
„ „ Kohle	„	—	0,0071	0,0071
Summe Verbrennungsgase	„	5,4455	5,4648	3,7722
deren spezifische Wärme oder in den Verbrennungsgasen von 1 *kg* Brennstoff auf 1 Temperaturgrad enthaltene Wärmemenge	*W.-E.*	1,3611 × 0,217 0,6556 × 0,481 3,4288 × 0,244 = 1,4472	1,3556 × 0,217 0,5983 × 0,481 3,5109 × 0,244 = 1,4384	0,4520 × 0,217 0,5751 × 0,245 0,0076 × 0,409 2,2076 × 0,244 0,5299 × 0,481 = 1,0582

[1]) Die Wärmeeinheiten ermitteln sich nach der Formel:

$$8080 \times 37{,}13 + 29000 \left(4{,}5 - \frac{32{,}62}{8}\right) - 600 \curlywedge 25 = 2975$$

$$8080 \times 36{,}98 + 29000 \left(2{,}64 - \frac{15{,}11}{8}\right) - 600 \times 36 = 2979.$$

Digitized by Google

Brennstoff		Pultfeuerung Holz	Treppenrostfeuerung Kohlen (Traunthaler Lignit)	Gasfeuerung Kohlen (Traunthaler Lignit)
Sudwerk		Graf Kolowrat Pfanne I in Ischl	Fürst Lobkowitz Pfanne III in Ebensee	Graf Kolowrat Pfanne I in Ischl 1889
Theoretische Verbrennungstemperatur	°C.	$\frac{2975}{1,4472} = 2055°$	$\frac{2979}{1,4384} = 2071°$	$\frac{1282}{1,0582} = 1211°$
Durch Verbrennung der Gase entstehen:				
Kohlensäure	kg	—	—	1,3554
Wasser	„	—	—	0,5983
Stickstoff	„	—	—	3,5102
zusammen	„	—	—	5,4639
deren spezifische Wärme		—	—	1,4382
Verbrennungstemperatur	°C.	—	—	$\frac{2979}{1,4382} = 2071°$
Theoretisch erforderliche Verbrennungsluftmenge:				
Sauerstoff	kg	1,0242	1,0466	0,3891
Stickstoff	„	3,4288	3,5038	1,3026
zusammen Luft	„	4,4530	4,5504	1,6917
Die Feuergase enthielten:				
Kohlensäure	Pzt.	8	9,4	14
Sauerstoff	„	12	9,6	5
Stickstoff	„	80	81,0	81
		21	21	21
Luftüberschufs		$\frac{21 \times 100}{21 - \frac{79 \times 12}{80}}$	$\frac{21 \times 100}{21 - \frac{79 \times 9,6}{81}}$	$\frac{21 \times 100}{21 - \frac{79 \times 5}{81}}$
	Pzt.	= 230	= 184	= 130,2
dessen Menge auf 1 kg Brennstoff	kg	5,7889	3,8223	1,3739
dessen spezifische Wärme	„	5,7889 × 0,237 = 1,3719	3,8223 × 0,237 = 0,9505	1,3739 × 0,237 = 0,3256
Gesammtmenge der Verbrennungsgase	„	11,2344	9,2871	6,8378
deren spezifische Wärme		5,4455 × 1,4472 + 5,7889 × 1,3719 = 2,8191	5,4648 × 1,4384 + 3,8223 × 0,9508 = 2,3442	5,4639 × 1,4382 + 1,3739 × 0,3256 = 1,7638
also Verbrennungstemperatur rechnungsmäfsig	°C.	$\frac{2975}{2,8191} = 1055°$	$\frac{2979}{2,3442} = 1270°$	$\frac{2071}{1,7638} = 1688°$
Temperatur der Gase bei Eintritt in die Dörrräume	„	290°	256°	195°
In die Darren sind gelangt auf 1 kg Brennstoff	W.-E.	2,8191 × 290 = 817,5	2,3442 × 256 = 600,1	1,7638 × 195 = 343,9
täglich im ganzen	„	817,5 × 13559,8 = 11 085 136	600,1 × 18 382 = 11 001 033	343,9 × 13 570 = 4 666 723

Digitized by Google

Brennstoff		Pultfeuerung Holz	Treppenrostfeuerung Kohlen (Traunthaler Lignit)	Gasfeuerung Kohlen (Traunthaler Lignit)
Sudwerk		Graf Kolowrat Pfanne I in Ischl	Fürst Lobkowitz Pfanne III in Ebensee	Graf Kolowrat Pfanne I in Ischl 1889
von der ganzen entwickelten Wärmemenge	*Pzt.*	27,48	20,15	11,54
n die Darren ist gelangt Salz	*kg*	16 302	22 113	18 018
ewichtsverlust bei der Dörrung (Wasser) in 29 *pzt.* Soole	*Pzt.*	23	21	23
alz in der Pfanne ausgeschieden	*kg*	14 313	19 712	15 794
alz in den Darren ausgeschieden	„	1 989	2 401	2 194
n der Pfanne sind erzeugt	„	14 313 + 161 = 14 474	19 712 + 220 = 19 932	15 794 + 182 = 15 976[1])
von der ganzen Salzmenge	*Pzt.*	87,9	89,3	87,8
n den Darren sind erzeugt	*kg*	1989	2401	2194
von der ganzen Salzmenge	*Pzt.*	12,1	10,7	12,1
n den Darren ist Wasser verdampft	*kg*	1 989 × 2,448 = 4860	2 401 × 2,448 = 5974	2 194 × 2,448 = 5371
kg Salz aus vollgrädiger Soole erfordert Wärmeeinheiten		1766	1766	1766
n ganzen sind erzeugt	*W.-E.*	13 559,8 × 2975 = 40 340 405	18 332 × 2979 = 54 611 028	13 570 × 2979 = 40 425 030
ür die Salzerzeugung in der Pfanne sind erforderlich	„	14 474 × 1766 = 25 561 084	19 932 × 1766 = 35 199 912	15 976 × 1766 = 28 213 616
die Darren gelangten	„	11 085 136	11 001 033	4 666 723
zusammen	„	36 646 220	46 200 945	32 880 339
mnach Wärmeverlust unter der Pfanne	„	3 694 185	8 410 083	7 544 691
urch Vorwärmung von 8 auf 35° hatte die Soole aus dem Pfannenbroden bereits erhalten, bei 317 *kg* Salz in 1 *cbm* Soole, also $\frac{15\,976 \times 1000 \times 1{,}2001}{317} = 60482\,kg$		—	—	$60482 \times (35-8) \times 0{,}84 = 1\,371\,731$
Soole mit 0,84 *spf. Wärme*	„			
also ganzer Wärmeverlust bei der Pfanne		—	—	8 916 422
n der ganzen Wärmemenge	*Pzt.*	9,1	15,4	22,05
n der aus Kohle und Dörrholz erzeugten Wärmemenge	„	—	—	20,43

[1]) Es sind nach der Produktionsangabe in der Pfanne oder in der Darre noch 30 *kg* Salz mehr gewonnen, so dafs sich dann die Rechnung unwesentlich ändert. Es sind dann 30 × 1766 = 52980 *W.-E.* mehr nutzbringend verbraucht und der Verlust ist entsprechend geringer.

Digitized by Google

Brennstoff		Pultfeuerung Holz	Treppenrostfeuerung Kohlen (Traunthaler Lignit)	Gasfeuerung Kohlen (Traunthaler Lignit)
Sudwerk		Graf Kolowrat Pfanne I in Ischl	Fürst Lobkowitz Pfanne III in Ebensee	Graf Kolowrat Pfanne I in Ischl 1889
In den Darren waren erforderlich zur Salzerzeugung aus anhaftender Mutterlauge	*W.-E.*	1989 × 1766 = 3 512 574	2 401 × 1766 = 4 240 166	2194 × 1786 = 3 874 604
zur Erwärmung des Stöckelsalzes von 30° bis auf die Wärme der Dörrgase	*W.-E.*	16 302 × (290 − 30) × 0,214 = 907 043	22 113 (256 — 30) × 0,214 = 1 069 473	18 018 (190 — 30) × 0,214 = 615 909
Wärmeerfordernis der Darren	„	4 419 617	5 309 639	4 490 513
Die Darren empfingen von der Pfannenfeuerung	„	11 085 136	11 001 033	4 666 723
von der Hülfspultfeuerung 2,534 *Rm* hartes Holz (1 *Rm* = 427 *kg*)	„	—	—	2,534 × 427 × 2975 = 3 218 950
zusammen	„	11 085 136	11 001 033	7 885 673
Abzugstemperatur der Gase im Kamin	°*C.*	100°	70°	84°
Wärmeabzug durch den Kamin in den Feuergasen der Siedepfannen	*W.-E.*	13 559,8 × 100 × 2,8191 = 3 822 643	18 332 × 70 × 2,3442 = 3 008 097	13 570 × 84 × 1,7638 = 2 010 520
der Hülfsfeuerungen	„	—	—	2,534 × 427 × 84 × 2,8191 = 256 222
Verlust durch den Wasserdampf der Mutterlauge	„	4869 × 100 × 0,481 = 257 619	5974 × 70 × 0,481 = 201 144	5371 × 84 × 0,481 = 217 009
zusammen	„	4 080 262	3 209 241	2 483 751
also Wärmeaufwand in den Darren	„	11 085 136 − 4 080 262 = 7 004 874	11 001 033 − 3 209 241 = 7 791 792	7 885 673 − 2 483 751 = 5 401 922
gegenüber dem Erfordernis von	*W.-E.*	4 419 617	5 309 639	4 490 513
mehr	„	2 585 257	2 482 153	911 409
also Verlust (*W.-E.*)	*Pzt.*	6,4	4,55	2,1
Verlust im Kamin	„	10,1	5,87	5,69
ganzer Verlust der aufgewendeten Wärme bei der Salzgewinnung	„	9,1 + 6,4 + 10,1 = 25,6	15,4 + 4,55 + 5,87 = 25,82	22,05 + 2,1 + 5,69 = 29,84

Bei diesen Berechnungen ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft sowie der getrockneten Salzstöckel (0,5 bis 1,2 *Pzt.*) unberücksichtigt geblieben. Indessen bieten sie auch ohne dies einen wertvollen Überblick über die Wärmewirtschaft beim Siedeprozesse. Die Menge der

Digitized by Google

Verbrennungsprodukte ist geringer bei der Gasfeuerung als bei der Treppenrostfeuerung und bei dieser geringer als bei der Holzpultfeuerung und dem entsprechend ist in gleicher Reihe die spezifische Wärme geringer. In gleicher Reihe ist jedoch der Gehalt der Feuergase an Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff gröfser, der an überschüssiger Luft geringer. Am gröfsten ist bei der ersteren in den Feuergasen der Stickstoffgehalt, dann folgt der Gehalt an überschüssiger Luft und dann erst der Kohlensäuregehalt, bei den beiden letzteren fällt der Hauptanteil an den Feuergasen auf überschüssige Luft, dann folgt Stickstoff und darauf Kohlensäure, dem entsprechend sind auch die Wärmemengen an die einzelnen Gasarten verteilt, die an Wasserdampf gebundene Wärme ist annähernd der an Kohlensäure gebundenen gleich, wird aber mit Rücksicht auf den Feuchtigkeitsgehalt der Verbrennungsluft gröfser als die an Kohlensäure gebundene sein.

Die Temperatur der zu den Dörrräumen strömenden Feuergase ist geringer bei der Treppenrostfeuerung und noch geringer bei der Gasfeuerung und entsprechend sind die dahin gelangenden Gesammtwärmemengen geringer, während die bei den Siedepfannen verbrauchten Wärmemengen in derselben Reihenfolge gröfser sind. Dem entsprechend ist der Wärmeverlust unter den Siedepfannen gröfser, bei den Dörrräumen geringer. Für die Trocknung liefern die Holzpultfeuerungen demnach die meiste Wärmemenge, etwas weniger liefern die Treppenroste, zu wenig liefern die Gasfeuerungen bei Stöckelsalz, so dafs noch Hülfsfeuerungen erforderlich sind.

Allerdings wird mit den Gasfeuerungen eine wesentlich höhere Anfangstemperatur erzeugt. Dieses aber, sowie die geringere Gasmenge als Wärmeträger mufs Anlafs zu stärkeren Wärmeverlusten bei gleich grofsen Berührungsflächen, die die Wärme aufnehmen, geben. Je höher die Temperatur der Feuergase ist, um so mehr Wärme wird nicht nur an den Pfannenboden, sondern ebenso gut auch an den Herdboden und an die Mauerungen der Herdzüge abgegeben und durch diese abgeleitet und um so weniger wird für die Trocknung übrig bleiben. Eine kleine Gasmenge verweilt länger unter der Pfanne, als eine gröfsere Gasmenge, wie sich bei den drei Feuerungsarten aus dem Unterschiede der Abzugstemperaturen in den Essen erkennen läfst, und bleibt deshalb länger mit den Wärme aufnehmenden Nutz- und Verlustflächen der Siedepfannenanlage in Berührung. Bei der Gasfeuerung wird dieses ungünstige Verhältnis noch dadurch verstärkt, dafs diese Feuerungen eine gröfsere Wärme aufnehmende Mauermasse haben, die in bedeutend höherem Grade erhitzt wird, so dafs auch eine stärkere Wärmeableitung nach aufsen und stärkerer Wärmeverlust eintreten mufs. Das Volumen des Mauerwerkes der Gasfeuerungen ist mindestens doppelt so grofs, wie das der Treppenrostfeuerungen. Die Temperatur der Feuergase, die bei Gasfeuerungen rechnungsmäfsig 1688° *C.* sein soll, gegen 1055 und 1270° bei den anderen Feuerungs-

Digitized by Google

arten, in Wirklichkeit geringer, aber immerhin 1300° sein wird, nimmt nach *Grüners* Untersuchungen unter der Pfanne sehr bald ab und ist schon am Ende der nur 1,3 *m* langen Feuergewölbe nur etwa 900° und 4 *m* von den Feuergewölben ab nur noch kaum 500° *C.* Hieraus ergiebt sich, dafs den Gasfeuerungen keine besonderen wirtschaftlichen Vorzüge vor den anderen Feuerungen inne wohnen. Das Stöckelsalz wird nicht so gut abgetrocknet. Zur Erzielung einer rauchfreien Verbrennung ist eine sorgfältige Überwachung und deshalb mehr Schürerpersonal erforderlich. Das Salzausbringen auf die Brennstoffmenge ist im allgemeinen nicht besser, als bei den Treppenrosten, wie sie in Ebensee eingeführt sind, so dafs die Gasfeuerungen bei der billigeren Herrichtung der Treppenrostfeuerungen mit diesen, wenn nicht die Form des Brennstoffs deren Anwendung ausschliefst, dauernd nicht in Konkurrenz werden treten können.

Schornsteine. Für den Wirkungsgrad der Feuerung und die Leistung der Pfanne ist die Höhe und der Querschnitt der Schornsteine, auch ihre Anordnung von Einfluſs. Häufig läfst man die Feuergase mehrerer Feuerungen und Pfannen in eine gemeinschaftliche Esse ziehen, z. B. bei zwei gegenüber liegenden Pfannenanlagen mit je zwei Feuerungen, wo dann die Esse in der Mitte der Siedeanlage steht, und die Abzugsgase von vier Feuerungen aufnimmt (Schönebeck, Dürrenberg). Indessen giebt man auch jeder Pfannenanlage eine besondere Esse. Auf der Saline zu Heilbronn haben die 10 neben einander liegenden Pfannen je einen besonderen Schornstein. Statt der Essenschieber im Fuchs sind die Mündungen der Essen mit Deckelklappen versehen, die zur Zugregelung durch Eisendrahtzüge gestellt werden können. Wo bei einer Pfannenanlage zwei Feuerungen getrennt arbeiten, kann auch jeder Feuerung eine besondere Esse gegeben werden, wie auf dem Franz-Karl-Werke zu Ischl. Sind Essen für Dampfkesselanlagen vorhanden, so leitet man oftmals die Abgase der Pfannenfeuerungen in diese Essen mit hinein.

Am besten läfst sich die Befeuerung der Pfanne dem Bedarf entsprechend regeln, wenn jede Pfanne eine Esse für sich hat, da bei gemeinschaftlicher Esse jede Schieberverstellung im Fuchs der einen Pfannenanlage, den Gang des Feuers in der anderen Pfannenanlage beeinfluſst. Hat man für zwei Pfannen eine gemeinschaftliche Esse, so teilt man diese durch eine Mittelzunge, die z. B. in Dürrenberg bei 32 *m* hohen Schornsteinen 19 *m* hoch hinaufgeführt ist, und bis über die Dachfirste des Siedegebäudes reicht. Auch führt man die Zunge wohl bis zur Mündung der Esse.

Je nachdem die Esse für eine Pfanne oder mehrere Pfannenanlagen dient, ist der Querschnitt geringer oder gröfser. Bei gewöhnlichen Feuerungen wählt man den Querschnitt der Esse gleich $^1/_4$ der Rostfläche für Steinkohlenbrand, und $^1/_6$ der Rostfläche für Braunkohlenbrand.

Digitized by Google

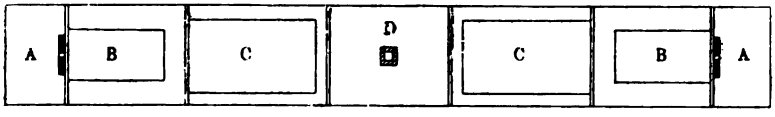
Indessen kommen bei der Siedung aufsergewöhnliche Verhältnisse in betracht. Die langen Cirkulationszüge unter der Siede- und der Trockenpfanne, die vielfache Gelegenheit, an den Rändern der Pfanne Luft anzusaugen, erfordern, dafs die Essen für einen höheren Wirkungsgrad gebaut werden. Bei Treppenrostfeuerung für Braunkohlen mit Cirkulirherden haben zum Beispiel in Dürrenberg die Essen einen Querschnitt von 0,85 bis 0,97 *qm* für eine 3,95 *qm* grofse Rostfläche, und 0,92 bis 1,30 *qm* für eine 4,66 *qm* grofse Rostfläche, so dafs das Verhältnis des Essenquerschnittes zur Rostfläche $^1/_5$ bis über $^1/_4$ ist. Die für zwei Pfannenanlagen bestimmten Essen haben den doppelten Querschnitt, z. B. 1,70 und 1,84 *qm*.

Die Höhe der Essen ist 25 *m* und darüber, und erreicht z. B. in Dürrenberg für eine einzelne 110 *qm* grofse Siedepfanne eine Höhe bis zu 37 *m*.

Einrichtung und Bau der Siedehäuser und Salinen.

Auf deutschen Salinen hat man in früherer Zeit für jede einzelne Siedepfanne nebst zugehörigem Trockenraum und Magazin ein besonderes Siedehaus errichtet; in England hat man dagegen die Siede-

Fig. 244 a.



A Feuerküche C Trockenraum
B Siederaum D Packraum

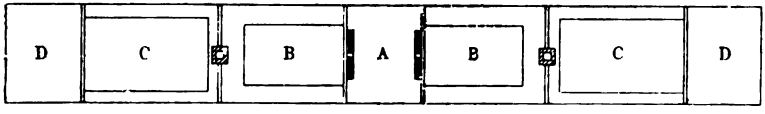


Fig. 244 b.

pfannen gruppenweise neben einander zusammen in ein Gebäude gelegt. Diese Anordnung ist auch auf neueren deutschen Anlagen eingeführt worden.

Nach der älteren Einrichtung sind gewöhnlich zwei Siedefeuer an eine gemeinsame Esse angeschlossen. In der Mitte des Gebäudes liegt zu ebener Erde der Packraum, daran schliefst sich auf jeder Seite eine Trockenpfanne und an diese je eine Siedepfanne; an den Giebelseiten liegen die beiden Feuerküchen. Die Feuergase ziehen von beiden Giebelseiten her in den Feuerzügen durch das ganze Gebäude und vereinigen sich in der in der Mitte des Gebäudes, also im Packraume stehenden Esse (Fig. 244 a). Die Magazine liegen im

Digitized by Google

zweiten Stock über dem Packraume und den Trockenpfannen. Umgekehrt hat man auch für zwei Pfannenanlagen in der Mitte des Gebäudes eine gemeinsame Feuerküche angelegt und es folgen nach den beiden Giebelseiten zu Siedepfanne, Trockenpfanne und Packraum. Es sind dann zwei Essen gebaut, die an den Giebelseiten oder zwischen Siedepfanne und Trockenpfanne stehen (Fig. 244 b). Anordnungen der einen oder anderen Art haben die älteren Siedehäuser zu Schönebeck, Dürrenberg, Sulza u. a. Die Pfannen liegen dann mit ihrer Längsachse in der Längsachse des Gebäudes. Solch ein Siedehaus mit zwei Pfannenanlagen bei etwa je 100 *qm* Siedepfannenfläche ist 14 bis 15 *m* breit und 100 *m* lang. Liegt auch das Salzmagazin noch im Anschlufs an die Trockenpfanne und verbunden mit dem Packraume zu ebener Erde, so ist eine noch gröfsere Gebäudelänge erforderlich.

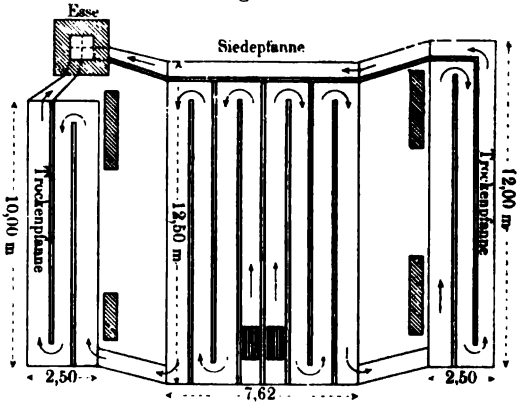
Für die einzelne Pfannenanlage mit an einander gereihtem Kohlenraum, Siederaum, Trockenraum, Packraum und dem Magazin über dem Trockenraume und dem Packraume genügen bei 14 bis 15 *m* Breite folgende Längen:

Kohlenraum	5 bis 6 *m*,
Siederaum	14 „ 15 „
Trockenraum	19 „ 21 „
Packraum	6 „ 8 „
zusammen . .	44 bis 50 *m*.

Die Magazine sind dann 25 bis 29 *m* lang.

Ein Siedehaus dieser Art mit einer Pfannenanlage läfst sich für 30000 *Mk.* herstellen. Die jährlichen Unterhaltungskosten für Pfannen-

Fig. 245.



ausbesserungen und Erhaltung der Gebäude belaufen sich auf 2000 bis 3000 *Mk.*

In Dürrenberg hat das Siedehaus Mehner für eine Pfannenanlage mit auf einander folgenden Feuerungs-, Siede-, Trocken- und Magazinräumen 53 *m* Länge bei 15 *m* Breite. Als Höhe der Räume

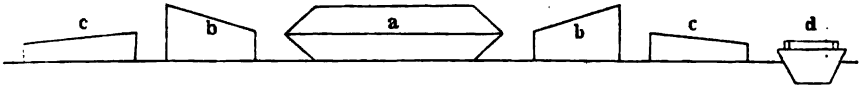
Digitized by Google

bis zur Balkenlage werden 3 bis $3^1/_2$ *m* für ausreichend angesehen. Dieselbe Höhe erhalten die einzelnen Stockwerke, wenn zwei über einander liegen.

Breiter fallen die Siedehäuser aus, wenn die Trockenpfannen neben den Siedepfannen und dann mit diesen in demselben Raume liegen. Anlagen dieser Art haben z. B. die Salinen zu Erfurt, zu Dürrheim in Baden (Fig. 245). Es liegen dabei Trockenpfannen zu jeder Seite der Siedepfanne. Die Magazine liegen dann hinter dem Siederaume oder in einem besonderen Nachbargebäude. In Erfurt, wo die Magazine in besonderen Gebäuden liegen, sind die Siedehäuser z. B. 17 und 20 *m* breit und 14 *m* lang. Das Dachgebälk mufs dann vielfach unterstützt und sehr leicht gebaut sein. Dachpappe eignet sich dazu besser als Ziegelbedachung.

Auf einigen süddeutschen (bayerischen) und österreichischen Salinen ist die Einrichtung für Einzelpfannenanlagen etwas anders. Zu Rosenheim liegen auf jeder Längsseite der 140 *qm* grofsen Pfanne *a* (Fig. 246) feststehende, $1^1/_2$ bis 2 *m* breite Traufkasten *b*, daneben die 2 bis 3 *m* breiten Dörrpfannen *c*. In einem Nebenraume schliefst sich das Magazin mit der Salzsiebvorrichtung *d* an. Bei der Anlage

Fig. 246.



des Karl Theodor-Sudhauses in Traunstein, das 1786 erbaut worden ist, sind *a* (Fig. 247, a. f. S.) Vorwärmpfannen von der halben Gröfse der Siedepfannen *b*. Auf einer Seite der Pfanne liegt die Traufbühne *g*. Das auf die Traufbühne gezogene Salz gelangt zunächst in die Traufkasten *d* und dann auf die Dörrherde *c*. Die von der Feuerung bei *f* abziehenden Brenngase heizen zunächst die Pfannen *b*, dann die Dörrherde *c* und schliefslich die Vorwärmpfannen *a* und ziehen dann in die gemeinsame Mittelesse *h*. Die Feuerküchenräume sind überwölbt. *e* sind Abstürzöffnungen, durch die das Salz in die in dem unteren Stock liegenden Magazine gestürzt wird.

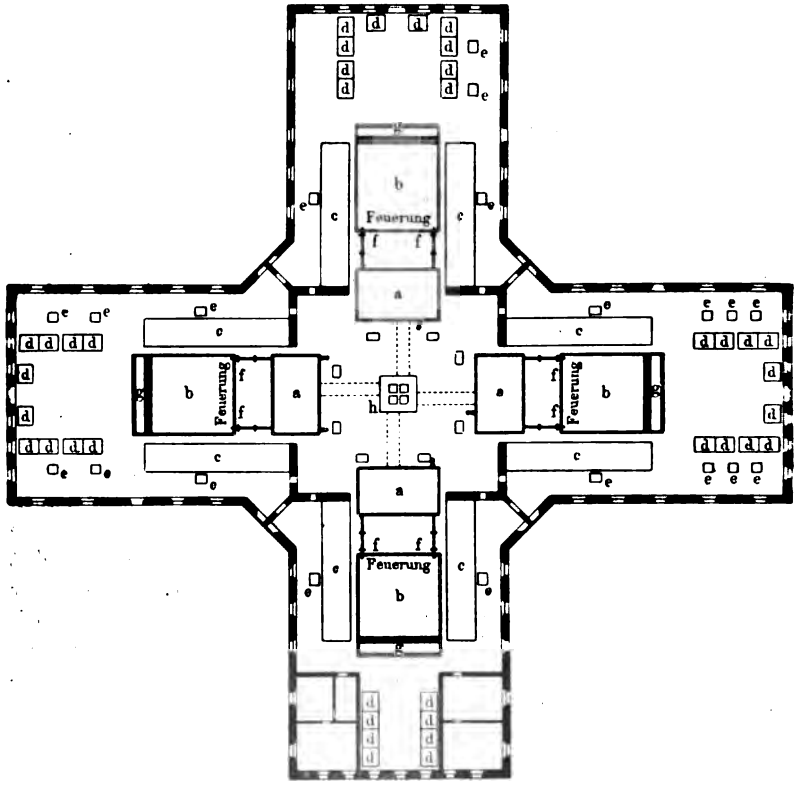
Bei neueren Anlagen hat man zwei oder mehr Pfannen neben einander gelegt. Die Pfannen haben dann auf einer Seite des Siedegebäudes eine gemeinsame Feuerküche, auf der anderen Seite eine gemeinsame oder je eine besondere Esse. Die Feuergase durchziehen das Gebäude bei allen Pfannen in gleicher Richtung. Die Esse steht für sich neben dem Gebäude. Die Trockenpfannen liegen entweder zwischen den einzelnen Siedepfannen oder hinter diesen zwischen Siedepfanne und Esse. Die Magazine sind entweder in ein Nebengebäude gelegt oder in das höhere Stockwerk über den Trockenpfannen. Die Gebäude werden alsdann sehr breit. Man legt dann wohl die Dachfirste nicht in die Längsrichtung der Pfannen, sondern quer, oder

Digitized by Google

man beschränkt sich auf ein einfaches Pultdach, das von der am tiefsten gelegenen Feuerküche aus flach ansteigt.

Zu Schönebeck hat man in dem Siedehause Itzenplitz vier Pfannen neben einander gelegt, in dem Siedehause Huyfsen eine Störpfanne und zwei Feinsalzpfannen, hinter diesen je eine Mittelgrob- und je eine Grobsalzpfanne, die zwischen sich eine hinter der Störpfanne liegende Trockenpfanne einschliefsen (s. Fig. 298, S. 860).

Fig. 247.

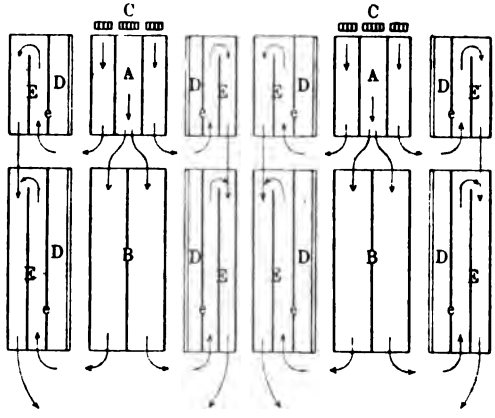


Im Siedehause Bismarck zu Schönebeck, das 1889 aufser Betrieb gesetzt ist, lagen hinter zwei neben einander liegenden, unmittelbar befeuerten Feinsalzpfannen *A* (Fig. 248) von je 6,277 *m* Breite und 12,55 *m* Länge = 78,8 *qm* Bodenfläche zwei Grobsalzpfannen *B* von derselben Breite und 25,1 *m* Länge = 157,6 *qm* Bodenfläche, die aus den Feinsalzpfannen gar gestörte Soole zur Grobsalzbereitung erhielten. Das Verhältnis der beiden Pfannenflächen war demnach wie 1 zu 2. Das Salz wurde auf Abtropfbühnen *D* ausgeschlagen, die zu beiden Seiten der Pfannen lagen. An die Traufbühnen schlossen sich unmittel-

Digitized by Google

bar die Trockenpfannen *E* an. Diese lagen mit den Siedepfannen in demselben Raume, ohne durch eine Wand oder eine Bretterverschalung von dem Siederaume getrennt zu sein. Die hinter den Ableckbühnen stehenden Rückladen *e* wurden abgenommen und das Salz auf die Trockenpfannen geschoben oder gezogen. Bei dieser Anordnung hatte man wie bei den oben erwähnten bayerischen Anlagen für die Fortschaffung des Salzes nur einen kurzen Weg bis zur Trockenpfanne, also sehr leichte Arbeit.

Fig. 248.



Da Siedepfanne und Trockenpfanne schmaler als gewöhnlich waren, so hatte man die Herdzüge anders als bei gewöhnlichen Anlagen angeordnet. Jede Störpfanne hatte drei getrennte Roste, der mittlere zu 2,6 *qm*, die kleineren zu beiden Seiten zu je 1,5 *qm* Fläche. Das mittlere Feuer der Störpfanne sandte die Heizgase in zwei Hauptzügen unter die Grobsalzpfanne und dann in zwei Ströme geteilt unter die beiden daneben liegenden Trockenpfannen. Die beiden Nebenfeuer heizten zunächst, wenn sie die Störpfanne verliefsen, die beiden daneben liegenden Feinsalztrockenpfannen, vereinigten sich mit den Rauchgasen der Grobsalzpfannen in dem letzten Zuge der zugehörigen Grobsalztrockenpfannen und zogen zusammen in den Rauchkanal, durch den sie zur Esse gelangten.

Bei dieser Einrichtung wurde in den Störpfannen alle 12 Stunden rohe Soole nachgeschlagen, alle 24 Stunden wurde Grobsalz ausgeschlagen. Ein Pfannenpaar lieferte in 24 Stunden 5000 *kg* Feinsalz und 1500 bis 4000 *kg* Grobsalz, je nachdem eine gröbere oder minder grobe Körnung gewonnen wurde.

Eine gröfsere Zahl Pfannen hat man auch in Bernburg in ein Siedehaus neben einander gelegt.

Auf den Amalgamated Saltworks bei Northwich besteht eine Anlage aus 24 Pfannen, die sich auf vier Gruppen verteilen, in denen je sechs Pfannen neben einander liegen. Die Siedehäuser liegen neben einem Wasserkanal, auf dem die Kohle angefahren wird. Von da aus wird sie mit einem Dampfaufzuge in eiserne Kohlenwagen gehoben und auf erhöhten Bahnen den Feuerküchen zugefahren. Das fertige Salz wird meist sofort in die Schiffe verladen, selten nur lagert etwas in den zwischen je zwei Pfannengruppen liegenden Magazinen.

Digitized by Google

Auf den Marrton Works liegen 20 Pfannen zu je zehn auf beiden Seiten des tieferen Salzmagazins neben einander. Das Salz wird aus dem Magazin in zweirädrigen Karren in der Weise auf die höhere Verladebühne gebracht, dafs ein unterlaufendes Bandseil mit Haken hinter die Nasen der Karren greift und diese eine kurze schiefe Ebene hinaufzieht, wo das Salz in offene Eisenbahnwagen gestürzt wird.

Bei der Anlage der Gebrüder Bell in Port Clarence liegen 14 Pfannen in zwei Reihen zu je sieben neben einander an einem gemeinschaftlichen mittleren Rauchkanal, der die Feuergase sämmtlicher Pfannen der gemeinsamen Esse zuführt. An den äusseren Seiten der beiden Gruppen liegen die Feuerküchen mit der unter ihnen entlang führenden Aschenabfuhrbahn. Neben dieser liegt auf beiden Seiten die erhöhte Kohlenzufuhrbahn für Eisenbahnwagen und neben diesen an den Aufsenseiten der Anlage die Salzabfuhrbahn. An den Seiten jeder Pfanne liegen die Traufbühnen, die zwischen je zwei Pfannen über den Feuerraum hinaus verlängert sind. Eine fliegende Brücke dient dazu, das Salz von da aus in die Eisenbahnwagen zu schaffen.

Im allgemeinen legt man auf englischen Salinen Siede-, Trocken- und Magazinräume so gegen einander, dafs das Salz nicht nach aufwärts gefördert zu werden braucht. Das zur Verschiffung bestimmte Salz wird in tiefer liegende Magazine, gewöhnlich mit zweirädrigen Kippwagen gestürzt und aus den Magazinen in die Schiffsgefäfse gestürzt. An einigen Orten hat man, um eine derartige günstige Lage zu erreichen, den Siedepfannenherd erhöht gelegt und dadurch ausreichende Sturzhöhe erhalten. Auf neueren deutschen Salinen ist man in ähnlicher Weise verfahren und hat die Magazine zu ebener Erde neben die Trockenräume oder in ein besonderes benachbartes Gebäude, auch wohl tiefer als die Trockenräume gelegt.

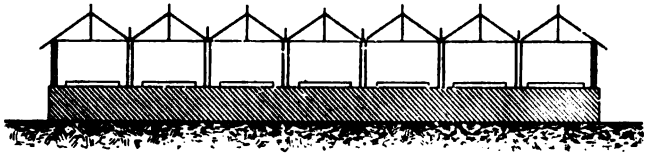
Die Nachteile des Zusammenlegens der Pfannen sind, dafs der Betrieb der Pfannen von einander abhängig wird, dafs sich beim Reinigen der Herdzüge der einen Pfanne Staub auf das Salz der anderen Pfanne lagert, dafs sich die Dunstfänge gegenseitig beeinflussen. Bei heifserem Gange der einen Pfanne wird der Broden der kälter gehenden Pfanne mit angesogen, was so stark werden kann, dafs der Dunstfang der kälter gehenden Pfanne (z. B. der Grobsalzpfanne bei heifs gehender Störpfanne) einzieht. Der Broden tritt dann in die Siede- und Trockenräume, erfüllt den ganzen Raum und hindert die Uebersicht beim Betriebe. Er schlägt sich an den kühleren Wandungen, an der Dachverschalung nieder, bringt alle Eisenbeschläge und Nägel zum Rosten, und rosthaltige Wassertropfen fallen auf das Salz. Durch Einziehen einer hölzernen Scheidewand zwischen Siede- und Trockenraum, zwischen Störpfanne und Grobsalzpfanne kann man den Uebelstand beseitigen (Siedehaus Itzenplitz in Schönebeck). Im Siedehause Huyfsen in Schönebeck hat man die Brodenfänge der in demselben Raume liegenden Mittelgrob- und Grobsalzpfannen in je einen Dunstschlot zusammen-

Digitized by Google

geführt und den Raum, in dem diese Pfannen liegen, von dem Raume, in dem die Störpfanne und die Feinsalzpfannen liegen, durch eine Scheidewand getrennt.

Die bezeichneten Nachteile der Pfannengruppen fallen bei den Anlagen von Einzelpfannen weg. Diese entbehren jedoch der Vorteile, die zusammenliegende Pfannen dadurch gewähren, dafs das Arbeitspersonal besser ausgenutzt und deshalb beschränkt werden kann. Die Feuerküchen liegen neben einander, die Feuerungen mehrerer Pfannen können von einem Arbeiter bedient werden, Schürer- und Siederpersonal bleibt jedes für sich, so dafs ein Verkehr zwischen dem Siederaume und der Feuerküche und eine Uebertragung von Rufs, Flugstaub, Asche in den rein zu haltenden Siederaum ausgeschlossen bleibt. Auch kann das Siederpersonal der Feinsalzpfannen oder der Störpfannen zugleich zur Bedienung der benachbarten Pfannen, besonders der Grobsalzpfannen, mit verwendet werden. Beim Kaltlager einer Pfanne läfst sich das Salz der letzten Werke auf den zu den anderen Siedepfannen gehörigen Trockenpfannen magazinfertig machen, während es bei einzeln liegenden Pfannen bis nach deren Ausbesserung oft monatelang auf dem

Fig. 249.



Pfannenmantel oder der kalten Trockenpfanne liegen bleibt und verschmutzt, so dafs es zu Speisesalz unbrauchbar wird.

Die Siedehäuser führte man früher aus massivem Bruchsteinmauerwerk auf, später hat man auf deutschen Salinen mehr Fachwerksbau angewendet. Auf englischen Salinen sind die Siedehäuser sehr einfach gebaut. Brodenfänge sind über den Pfannen nicht vorhanden, es fehlt oft jede Bedachung über dem Pfannenraume. Viele Siedepfannen liegen völlig im Freien, nicht einmal die Abtropfbühnen sind überdeckt. Auf dem *Falk*schen Werke bei Winsford ist eine Gruppe von zehn auf Commonsalt betriebenen Pfannen unbedeckt, die Ableckbühnen liegen unter einem leichten Dache. Besser sind die auf Lumpsalt betriebenen Pfannen vor Witterungseinflüssen geschützt. Die hölzernen Umfassungswände und das flache Dach sind mit Filz und Leisten sorgfältig abgedichtet. Ein 1 *m* breiter Schlitz in der Dachfirste dient zum Abführen des Brodens.

Liegen eine gröfsere Zahl Pfannen parallel neben einander in einem Gebäude zusammen, so reihen sich die Dächer, auf Säulen ruhend, der Zahl der Pfannen entsprechend an einander, so dafs die Bedachung im Querschnitt eine Zickzacklinie zeigt (Fig. 249). Jede Zwischenwand

Digitized by Google

fehlt in solch einem Gebäude, und man kann von einer Stelle aus sämmtliche Pfannen überschauen. Zwischen den einzelnen Pfannen bleibt Raum für die Traufbühnen und ein Gang für die Arbeiter zur Bedienung der Siedepfannen.

Auf den Amalgamated Works müssen die Siedehäuser infolge Senkung des Bodens von Zeit zu Zeit gehoben werden. Die leichte Bauart erleichtert diese Arbeit. Die Untermauerung der Pfannen ist völlig isolirt, die Traufbühnen ruhen auf besonderem Unterbau. Die aus Holzverschalung bestehenden Aufsenwandungen des Gebäudes stehen auf einem starken Holzrahmen, dessen Teile zusammengeblattet und mit Eisenbolzen verschraubt sind. Der Rahmen ruht auf Backstein- oder Schlackensteinmauerwerk. Das Gebäude wird durch Bauschrauben gehoben, die Grundmauern dann erneuert und erhöht. Während die Siedehäuser mit Holzwandungen versehen sind, sind die zugehörigen Trockenhäuser bis unter das Dach massiv aufgeführt. Der untere Stock des zweistöckigen Hauses enthält die Trockenräume, darüber sind die Vorratsräume, in die die Lumps durch Luken heraufgereicht werden. Eiserne Säulen tragen das Gebälk des oberen Stockes und darüber das Dachgebälk. Das Dach ist sorgfältig mit Schiefer abgedeckt. Alle Eisenteile im Gebäude sind mit einem Gemisch von Salz und Kalk überzogen.

Auf deutschen Salinen unterstützt man den über den Trockenpfannen liegenden Magazinraum durch starke hölzerne Träger und hölzerne Säulen, die in den Rauchkanälen der Trockenpfannenherde auf gemauerten oder gufseisernen Füfsen stehen.

Bei den Einrichtungen deutscher Salinen liegen in der Regel Siedepfanne, Trockenpfanne und Packraum oder auch Magazin in einer Ebene oder nur wenig verschieden hoch, die Feuerküche liegt dagegen, besonders bei Treppenrostfeuerung, beträchtlich tiefer, in gleicher Höhe mit der Pfanne liegt der Kohlenraum mit den Aufgebetrichtern. Bei günstiger Sturzhöhe für die Kohlenzufuhr (Dürrenberg) liegt auf dem Gebälk des Kohlenraumes die Sturzbühne.

Auf österreichischen Salinen liegen die Feuerungen sehr tief unter den Pfannen, die Herdwärme wird durch Kanäle, die unter dem Herde durchlaufen, oder durch Unterwölbung zur Erwärmung der Verbrennungsluft ausgenutzt. Die Pfannen liegen dann entsprechend hoch aufgesattelt, die Dörrkammern und Pfieseln liegen tiefer als die Pfannen, seitlich vom Herde oder dahinter. Einrichtungen dieser Art in Galizien zeigen Fig. 271 u. 272, S. 826.

Bei den älteren massiven Gebäuden hatte man die einzelnen Räume durch starke bis über das Dach hinaus geführte Brandmauern getrennt und die Durchgänge mit eisernen Thüren verschlossen. Bei neueren Gebäuden hat man auf dergleichen Brandmauern verzichtet und nur die Wand zwischen Feuerküche und Siederaum massiv bis zum Gebälk des Kohlenraumes oder bis zum Dachgebälk aufgemauert.

Digitized by Google

Wo die Magazine in den zweiten Stock gelegt wurden, führte man früher die ganzen Siedegebäude zweistöckig auf, jetzt begnügt man sich, wo es angängig ist, mit einstöckigen Gebäuden und giebt ihnen statt der schweren Ziegelbedeckung leichte Holzverschalung mit Dachpappenbekleidung oder Schieferbedeckung.

Bei grofsen Spannweiten wird der Dachstuhl von Sprengwerken gehalten, die nötigenfalls auf Trägern und Säulen ruhen. Die Säulen stehen auf steinernen oder eisernen Füfsen neben dem Pfannenbord. Dem freien Arbeiten in der Pfanne sind sie hinderlich und man sucht deshalb die Unterstützung durch Säulen möglichst zu vermeiden. Wo mehrere Pfannen in einem Raume zusammenliegen, wird sich die Verwendung von Stützsäulen als notwendig erweisen. Wo die Pfannenmäntel das ausgeschlagene Salz aufnehmen, werden die Sprengwerke, an denen der Pfannenmantel hängt, durch Säulen unterstützt werden müssen. Bei einer Pfanne von 100 *qm* Bodenfläche beträgt die Belastung des Pfannenmantels bis zu 500 *Ctr.* Die Säulen werden oben durch Arme gegen die Träger und die Balken der Sprengwerke abgesteift und in der Regel so gestellt, dafs sie nach der Pfanne zu etwas Anlauf erhalten.

Vorteilhaft ist es, das Dachgebälk selbst durch den Pfannenmantel nicht zu belasten, sondern diesen völlig selbstständig zu stellen und aufzuhängen. Wird das Dachgebälk durch Säulen, die neben der Pfanne stehen, abgestützt, so ist die Gefahr vorhanden, dafs die Säulen durch das mit grofser Kraft erfolgende Aufquellen des Untergrundes so stark gegen das Dachgebälk drücken, dafs das Dach zur Seite geschoben wird, wenn nicht rechtzeitig unter den Säulen gelüftet und der Untergrund abgetragen wird. Die Zimmerung für den Pfannenmantel läfst man deshalb neuerdings völlig unabhängig vom Dachstuhle (s. Fig. 216, S. 744) oder stützt sie auf die versteiften Pfannenborden auf (S. 745).

Das Eindringen von Soole in den Boden und in das Mauerwerk unter den Pfannen, und das darauf folgende Auskrystallisiren des Salzes, indem durch die Wärme des Herdes das Wasser verdunstet, erzeugt ein so starkes Aufquellen des Bodens und der Untermauerung, dafs die stärksten Umfassungsmauern der Siedehäuser keinen genügenden Widerstand leisten können. Die stärksten Mauerfüfse werden allmählich bei Seite geschoben, und die Wände kommen aus dem Lote. Am stärksten macht sich dieses Schieben des Fundamentes da geltend, wo besonders Gelegenheit zum Eindringen von Soole gegeben ist, nämlich in der Nähe des Feuerstückes und im Mauerwerk der Feuerungen. Die über den Feuerungen liegende Hinterwand des Siederaumes leidet darunter am meisten. Ist die Feuerküche überwölbt, was erforderlich ist, wenn gröfsere Mengen Kohle im Kohlenraume zum Vorrat gelagert werden sollen, so pflanzt sich der Druck durch die Gewölbe fort bis auf die Aufsenmauer. Aus diesen Gründen ist es zweckmäfsig, die Aufsenwände nicht massiv aus Bruchsteinmauerwerk herzustellen, sondern

Digitized by Google

aus leichten Fachwerkswänden, die sich bei Verschiebungen ohne allzu hohe Kosten wieder gerade stellen lassen.

Die Bodenmasse und die Mauerfüfse werden durch das eingedrungene und stellenweise durch die Hitze der Feuerungen geschmolzene Salz so fest, dafs bei Erneuerungen des Herdes und der Feuerungen und den dazu erforderlichen Ausschachtungen die Masse durch Sprengschüsse abgelöst werden mufs.

Gegen das Quellen und Schieben der Bodenmasse und der Feuerungsmauerung schützt man die Mauerfüfse der Umfassungswände durch Isolirungen. Man führt den Herd mit seiner Untermauerung und den Umfassungswänden für sich frei im Gebäude auf und läfst auf den Längsseiten zwischen Herdmauerung und Gebäudemauerfüfsen einen 30 bis 40 *cm* breiten Zwischenraum, der oben mit Platten, eisernen Tafeln oder Holzbohlen abgedeckt ist. Verengt sich nach und nach der Isolirraum zu stark, so mufs er wieder auf genügende Breite gebracht und der Herdpfeiler zurückgemauert werden. Die Gewölbe über der Feuerküche legt man ebenfalls mit genügendem Spielraum zwischen die Gebäudemauern, indem man zweckmäfsig als Auf- und Widerlager eiserne Schienen verwendet, die eine Verschiebung zulassen. Sie ruhen auf gemauerten Stützpfeilern.

Der Boden treibt sowohl nach den Seiten als nach oben auf, weshalb auch der Fufs der Stützsäulen von Zeit zu Zeit etwas gesenkt werden mufs.

Den Fufsboden des Siederaumes und der Arbeitsstätte belegt man mit Holzbohlen oder besser mit flach gelegten Ziegelsteinen, da man auf diesen weniger als auf Holzbelag bei der sich darauf haltenden Nässe in Gefahr kommt auszugleiten. Die Magazinräume werden in der Regel mit Holzdielung versehen.

Mitunter läfst man Siede- und Trockenräume bis unter die Dachverschalung völlig frei. Dadurch ist jedoch die Dachverschalung, besonders bei Bekleidung mit Dachpappe und ähnlichen Stoffen, leicht der Fäulnis ausgesetzt, da sich der Broden an den kühleren Dachflächen niederschlägt und das Holz feucht hält. Man bringt dann wohl eine doppelte Verschalung an, z. B. eine zweite Verschalung unter die Dachsparren und läfst zwischen beiden Luft hindurchstreichen. Zu Georgenhall läfst man die trockene, warme Luft der Feuerküche zwischen den Verschalungen des Pultdaches hindurchstreichen. Kleine Dunstschlote in der Dachspitze führen die hinaufziehende Luft ins Freie. Anderswo bringt man auf die Dachbalkenlage einen Bretterbelag und sperrt den Dachbodenraum vom Siederaum völlig ab. Bei den Trockenräumen geschieht dasselbe, wenn darüber Magazine liegen.

Ohne eine besondere Verschalung oder Zwischendielung ist aufserdem der Uebelstand vorhanden, dafs der sich an der kühlen Dachfläche niederschlagende Broden in Tropfen auf das Salz niederfällt und es verunreinigt.

Digitized by Google

Zur Erhellung der Arbeitsräume werden gewöhnlich in den Längswänden der Siedehäuser Fenster angebracht. Bei Dunkelheit werden die Räume mit offenen Rüböllichtern oder mit Petroleumlampen erleuchtet. Broden und verspritzende Soole geben Anlafs, dafs häufig Lampencylinder springen. Auf einigen Salinen hat man elektrisches Licht für die Beleuchtung der Arbeitsräume eingeführt, z. B. Bernburg, Salzungen.

Die Gefahren des Siedebetriebes, unter denen besonders die des Verbrühens in der siedenden Soole grofs ist und öfters Opfer fordert, lassen besondere Schutzmafsregeln geboten sein. Die Preufsischen Oberbergämter zu Halle und Dortmund haben besondere Polizeiverordnungen für die Salinen zur Sicherung der Arbeiter erlassen. Es wird darin folgendes bestimmt.

„Bei Arbeiten in der Dunkelheit hat jeder Arbeiter eine Lampe mit sich zu führen und brennend zu erhalten.

Während der Arbeit in den Siede-, Trocken- und Magazinräumen dürfen die Lampen nur an den dazu von den Aufsichtsbeamten bestimmten Stellen aufgehängt werden.

Das unbefugte Besteigen der Brodenfangsbeläge und der Pfannenmäntel während des Betriebes der Pfannen ist verboten.

Müssen auf den Brodenfangsbelägen oder den Pfannenmänteln Arbeiten ausgeführt werden, z. B. Verladen und Transport des ausgekrückten Salzes, so sind Arbeitsbühnen herzurichten, auf denen die Arbeiter stehen können. Der Aufsichtsbeamte hat in diesem Falle nach dem jedesmaligen Schöpfen der Siedepfanne die gesammte Pfannenüberdeckung auf ihre Sicherheit zu untersuchen und etwaige Mängel beseitigen zu lassen. Der Betrieb darf erst nach Beendigung dieser Reparaturarbeiten wieder aufgenommen werden.

Das Betreten des Raumes zwischen Brandmauer und Siedepfanne während des Betriebes der letzteren ist verboten.

Die Behälter für Mutterlauge sind derart bedeckt zu halten, dafs Niemand hineinstürzen kann.

Die Zugänge zu den Soolbehältern sind verschlossen zu halten.

Die über offene Soolbehälter von mehr als 2 *m* Tiefe führenden Stege müssen aus starken Bohlen gefertigt und mit festem Geländer versehen sein.

Während des Ausräumens der Aschenfälle darf das Nachfüllen und Nachschieben der Kohlen auf dem Rost nur nach vorheriger Verständigung mit den im Aschenfall beschäftigten Arbeitern erfolgen.

Das unbefugte Betreten derjenigen Plätze, auf denen die glühende Asche aus den Betriebsgebäuden ausgestürzt wird, ist verboten.

Aufzüge sind mit einem selbstthätigen Verschlufs, z. B. mit einem Fallgitter, zu versehen.

Digitized by Google

Der Zutritt zu den Betriebsanstalten ist Unbefugten nicht gestattet. Auf dieses Verbot bezügliche Warnungstafeln sind an geeigneter Stelle anzubringen".

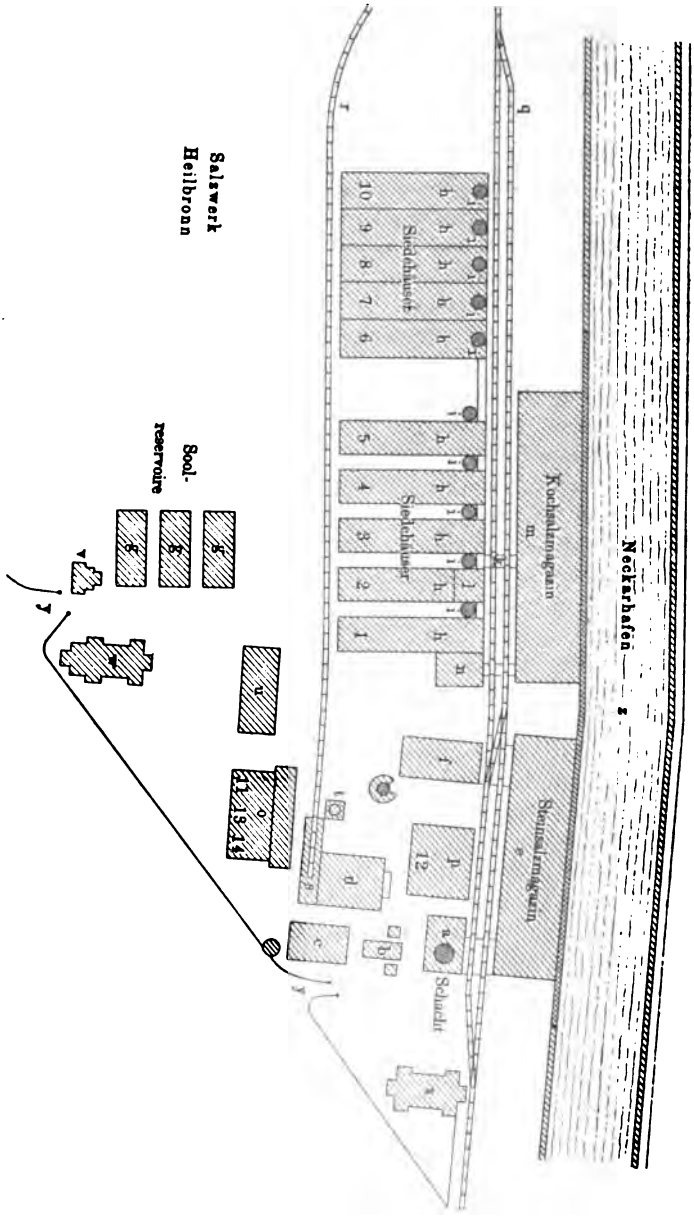
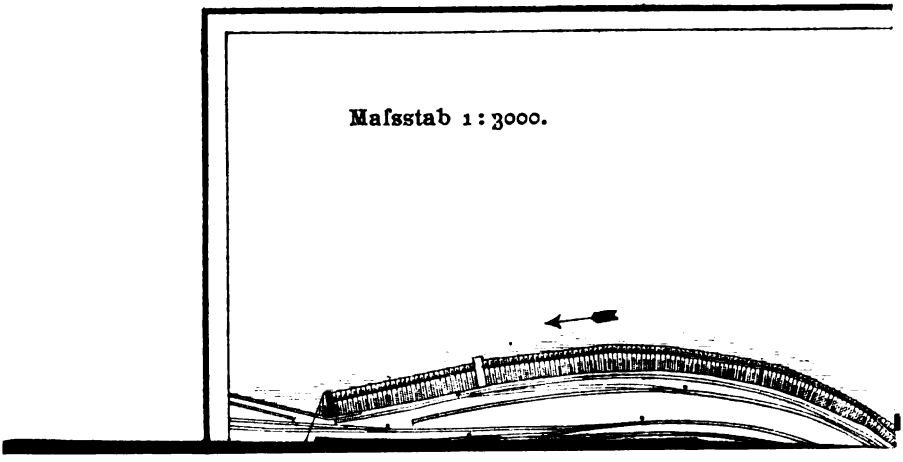


Fig. 250.

Digitized by Google

Zu Seite 797.



Digitized by Google

Für die Lage der Salinen kommt aufser der billigsten Beaffung des Rohmaterials: siedewürdiger Soole oder Steinsalzes zum flösen und Brennstoffs, auch die Nähe günstiger Verkehrsmittel in racht. Der Eisenbahntransport ist teurer als der Wassertransport. nstig liegen die englischen Salinen hinsichtlich billiger Rohstoff- und ennmaterialbeschaffung und der Wasserfracht. Auf Kanälen werden Frachtkähne unmittelbar bis an die Siedehäuser und Magazine gert. Von deutschen Salinen haben Schönebeck eine günstige Lage den Wassertransport an der Elbe, Wimpffen, Heilbronn am ckar.

Von dem mit Saline verbundenen Heilbronner Steinsalzwerk giebt Fig. 250 einen Ueberblick. An dem mit dem Neckar verbundenen ckarhafen liegen das Steinsalzmagazin *e* und das Kochsalzmagazin *m*. Eisenbahn (städtische Industriebahn) führt mit dem einen Strange *r* zehn Siedehäusern *h* die Kohlen zu, auf dem anderen Strange *q*, zwischen Siedehäusern und Magazinen hindurchführt, wird das für den Eisenbahnversand verladen. Mittels Aufzuges *k* wird das von den Trockenpfannen der Siedehäuser so hoch gehoben, dafs über die Eisenbahn weg in die Magazine gestürzt werden kann. ch wird damit das Salz für die Sieberei *l* gehoben. *a* ist der Steinschacht mit hoch gelegener Hängebank, davor ist eine kleinere dermaschine *b* und eine gröfsere *c* aufgestellt. *d* ist das zugehörige selhaus mit der Esse *t*, dahinter der Locomotivschuppen *s*. Der ampf der Maschinen wird teils in dem Dampfsiedehause *o* mit drei nnen, teils in dem Siedehause *p* mit einer Pfanne verwertet. Zwischen a Schachte und den Siedehäusern liegt die Steinsalzauflöseanstalt *f* in Höhe der Schachthängebank. Dort wird die für die Siedung erderliche siedewürdige Soole bereitet, die zu den drei Soolreservoiren *g* l von diesen zu den Siedepfannen durch natürliches Gefälle fliefst. Mühlen für das Steinsalz liegen in dem Steinsalzmagazin. Das hsiedesalzmagazin *n* liegt neben den Siedehäusern. Jede Pfanne eine Esse *i* für sich. *u* ist die Werkstätte, *v* das Pförtnerhaus, das Salzsteueramt, *x* das Verwaltungsgebäude, *yy* sind Eingänge ch die nach den Steuervorschriften erforderliche Umfriedigung des rkes.

Fig. 251 in der Anlage zeigt die Lage der königl. preufsischen ine zu Schönebeck.

Dampfheizung, Dampfpfannen [1]).

Da der Dampf ein bedeutender Wärmespeicher ist, so lag es nahe, s man ihn für den Salzsiedeprocefs nutzbar zu machen suchte. Der

[1]) *Baumer*, Verbesserungen des Dampfpfannenbetriebes im *P. J.* 1863, , 425. *Wurth* in *Berggeist* 1867, Nr. 4 u. 66.

Digitized by Google

Abdampf der Maschinen, dessen dynamische Kraft nutzbar gemacht worden ist, enthält noch den gröfsten Teil der aus der Dampfkesselfeuerung übernommenen Wärme, ähnlich enthält auch der Broden der Siedepfannen den gröfsten Teil der von der Feuerungsanlage erzeugten Wärme.

In einfachster Weise hat man den Dampf, ähnlich wie die Feuergase, unter die Pfannen geleitet, dabei den Herd wesentlich niedriger hergestellt als bei Feuerherden. Der Dampf strömt an einer Seite unter die Pfanne, kondensirt sich an der kühleren Bodenfläche und an der Herdsohle, die Kondensationswasser sammeln sich auf der Herdsohle, die sich nach der Mitte einsenkt, und fliefsen ab. Ein hoher Wärmegrad kann bei diesem Verfahren nicht erreicht werden, die Wärmeausnutzung ist sehr gering. Anwendung hat diese Beheizungsart gefunden zur Grobsalzbereitung, wobei eine Temperatur von 50 bis 60° genügt, zum Vorwärmen der Soole und auch zum Trocknen von Salz (Schönebeck, österreichische und bayerische Salinen, Heilbronn). In Schönebeck verwendet man den Abdampf der zum Garstören der Soole und zur Tafelsalzbereitung bestimmten Rundpfanne (Fig. 274, S. 831) zur Beheizung von Grobsalzpfannen mit Dampfherd. In ähnlicher Weise wird der Abdampf der Maschinen zum Soggen von Grobsalz verwendet.

In Reichenhall hat man früher den Abdampf gewöhnlicher Siedepfannen zum Vorwärmen der Soole und später auch zur Salzsiedung und zur Trocknung benutzt. Die Einrichtung und Betriebsweise war dabei folgende. Die Dämpfe der Vorwärmpfanne heizen Trockenpfannen für Grobsalz, die zu diesem Zwecke aus Solenhofer Kalksteinplatten zusammengesetzt sind. Die Dampfpfannen, in denen Grobsalz gewonnen wird, und die Dampftrockenpfannen dafür liegen eine Etage höher als die Hauptpfannen für Feinsalz, neben denen die zugehörigen durch die Abhitze der Feuerungen geheizten Trockenpfannen liegen. Die Hauptsiedepfannen haben 76 bis 77 *qm* Bodenfläche, die Vorwärmpfannen etwa 46 *qm*. Die Pfannen stehen über einem Strahlenherd, der von zwei offenen Feuern geheizt wird. Durch eine Mittelzunge ist er in zwei Teile geteilt. Alle drei Stunden wird vorgewärmte Soole nach Verhältnis der Verdampfung in die Hauptpfanne eingelassen, während in die Vorwärmpfanne eine entsprechende Menge kalte Soole einfliefst. Das in diesen Zeitperioden ausgezogene Salz bleibt zwei Stunden auf der Ablaufbühne liegen und kommt dann auf die Abtropfbühnen, wo es mindestens 48 Stunden zum Abtropfen liegen bleibt. Erst dann wird es auf die daneben liegenden Trockenpfannen gebracht. Die Dampftrockenpfannen dienen zum Trocknen des aus den Dampfsiedepfannen gewonnenen Grobsalzes.

Man erzielte mit dieser Einrichtung auf ein Raummeter Holz 420 bis 460 *kg* Salz. Aehnliche Pfannenanlagen hat man auch an anderen Orten, besonders auf bayerischen Salinen, ausgeführt. Die Ein-

Digitized by Google

richtung hat sich jedoch nicht als durchaus vorteilhaft erwiesen. In den Vorwärmpfannen, die durch Feuerung unmittelbar geheizt werden, scheidet sich immer etwas Salz aus, das minderwertig ist. Doppelte Feuerungen bringen vermehrte Wärmeverluste. Die Abdämpfe der Hauptpfannen vermögen den darüberstehenden Dampfpfannen nicht die erforderliche Wärme zuzuführen, und es fällt bei der niedrigen Temperatur minderwertiges Salz. Auch bei der Pfannenanlage in Traunstein hat man deshalb die Dampfsiedepfannen wegfallen lassen.

Um den Dampf der Hauptsiedepfannen abzufangen und unter die in gleicher Höhe oder in wenig höherer Lage befindlichen Dampfsiedepfannen zu leiten, ist die Siedepfanne von oben durch den Mantel, an der vorderen und an den beiden langen Seiten mit abnehmbaren, schräg gestellten Deckladen und an der dem Roste entgegengesetzten Seite durch eine senkrechte, feststehende Wand geschlossen. Aus dieser führt auf jeder Seite ein von Brettern gebildeter Kanal die entwickelten Wasserdämpfe unter die Dampfpfanne, deren Herd durch eine Scheidewand geteilt ist. In jeder Hälfte des Herdes cirkulirt der Wasserdampf einmal oder mehreremale (Rappenau) und findet dann Abzug zur Esse. In Schwäbisch-Hall dient er dann zuvor noch zum Salztrocknen unter einer Dampftrockenpfanne. Über der Dampfpfanne zieht der Broden in gewöhnlicher Weise ab.

Den Hauptnutzen aus dem Wasserdampfe zieht man aus seiner latenten Wärme bei der Verdichtung zu Wasser. Je vollständiger deshalb der Dampf kondensirt wird, um so mehr Wärme kann nutzbar gemacht werden. Das Kondensationswasser fliefst auf der geneigten Herdsohle ab, sammelt sich in der Mittelrinne, aus der es durch eine kupferne Röhre in eine Holzkandel geführt wird. Der übrige Dampf zieht mit den Rauchgasen der Feuerung in den Schornstein. Der Schornstein besteht aus mehreren Abteilungen, von denen abwechselnd die eine für den Abzug des Dampfes, die andere für den Rauch dient. Dadurch verhütet man, dafs der Schornstein beständig feucht bleibt, da die Rauchgase die Feuchtigkeit schnell aufsaugen. Zu St. Nicolas bei Varangéville besteht z. B. der Schornstein aus sechs getrennten Zügen, von denen die vier Züge an den Ecken die Feuergase und die beiden mittleren die Wasserdämpfe abführen.

Von der gesammten erzeugten Salzmenge konnten früher durch Dampfsiedung zu Hall 12 bis 15 *Pzt.*, zu Dürrheim und Rottenmünster 20 bis 25 *Pzt.* und mehr gewonnen werden.

Günstige Ergebnisse von dieser Art Dampfsiedung kann man nur erwarten, wenn man, wie auf württembergischen und badischen Salinen, reine konzentrirte Soole bei einer gleich bleibenden Temperatur von etwa 100° *C.* versiedet und dabei eine hinreichende Menge Dampf nutzbar machen kann. Wo man aber bei wechselnden Temperaturen stören und soggen, oder zur Erzeugung gröberen Salzes bei niedriger Temperatur soggen mufs, da fehlt die erforderliche gleich bleibende

Digitized by Google

Heizdampfmenge. Man wird dann den Abdampf nur etwa unter Dampftrockenpfannen oder zum Vorwärmen der Soole noch ausnutzen können.

Warth [1]) giebt für die Vermehrung des Ausbringens der Dampfpfannen folgende Regeln: a) der Abzugsschlauch für die Wasserdämpfe ist an ein schmales Ende der möglichst gestreckt zu bauenden Pfanne zu stellen; b) die erwärmenden Dämpfe müssen unter der Pfanne den entgegengesetzten Weg zurücklegen, wie die Verdampfungsluft über der Pfanne; c) um die über den Soolspiegel hinziehende Luft möglichst mit Wasserdampf zu sättigen, ist ihre Geschwindigkeit so viel als thunlich zu verstärken, was durch Erniedrigung des Pfannenmantels erreicht wird; der Mantel kann 20 bis 30 *cm* von dem Soolspiegel abstehen; d) die Menge der Verdampfungsluft ist dadurch zu erhöhen, dafs ein hoher Dampfschlauch mit entsprechend gröfserem Querschnitt angelegt wird. Um die Luft über der Soole schnell zu erwärmen und den nötigen Druckunterschied hervorzurufen, wodurch die Geschwindigkeit der mit Wasserdampf gesättigten, abziehenden Dunstluft erhöht wird, ist als einfachstes Mittel zu empfehlen, dafs man etwas gespannten Dampf über den Soolspiegel oder an der Pfanne entlang über deren Bord hin ausströmen läfst. Dies läfst sich bei der Dampfsiedung gut einrichten, wo dann der Mantel sogar entbehrlich wird.

Bei Versuchen erzielte *Warth* unter Berücksichtigung dieser Regeln 70 *Pzt.* Ausbringen mehr als bei gewöhnlichen Einrichtungen. Nach den Ergebnissen des Dampfpfannenbetriebes zu Hall schliefst er, dafs mit Dampfpfannen etwa ein Viertel des in den Siedepfannen erzeugten Salzes gewonnen werden könne.

Rohrdampfpfannen [2]). Ein höherer Wirkungsgrad und eine bessere Ausnutzung der Wärme wird durch die Anwendung von Röhrenpfannen erreicht, bei denen der Wasserdampf (Maschinendampf, Broden) in Röhren durch die Soole geleitet wird. Die Benutzung des Brodens in solchen Röhrenpfannen hat den Nachteil, dafs dieser nicht schnell genug weggeführt wird, da der Gesammtquerschnitt der Röhren nicht den gewöhnlichen Querschnitt der Brodenfänge erreichen kann, die Siedung in der Feuerpfanne also wesentlich verzögert werden würde. Um den Broden in Röhrenpfannen zweckmäfsig verwenden zu können, wird der Dampf durch künstliche Mittel, Exhaustoren, abgesaugt werden müssen. Dagegen ist die Verwendung des Abdampfes von Maschinen in Rohrdampfpfannen, wenn nicht besser eine Kondensationsanlage angebracht ist, vorteilhaft, da sich der Dampfabzug infolge des Druckunterschiedes einfach und leicht vollzieht.

---

[1]) Beiträge zur Hebung des Salinenbetriebes auf den Standpunkt der Wissenschaft und Technik, Stuttgart 1870.

[2]) *Berggeist* 1869, S. 15 (*Warth*). *Leob. Jahrb.* 1875, 23, 301, Taf. 4, Fig. 4.

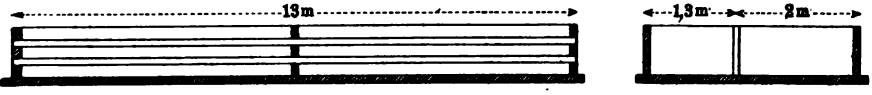
Digitized by Google

Der Vorteil der Röhrenpfannen liegt auch darin, dafs man sie nicht aus Metall, sondern aus Holz oder Beton herstellen kann, auf die die Soole weniger einen schädigenden Einfluſs ausübt, und die für das ausfallende Salz nicht nachteilig werden können, so dafs die Pfannen gröfsere Haltbarkeit haben und deshalb billiger sind.

Schon 1842 haben *Schmidt* und *Zappert* zu Hall eine hölzerne Pfanne mit gufseisernen Röhren gebaut, die von erhitztem Wasserdampf durchströmt wurden. Die Röhren inkrustirten sich indessen schnell und leiteten die Wärme schlecht. Später haben jedoch die Röhrenpfannen mehr und mehr Anwendung gefunden und sind entweder als Hauptpfannen oder als Nachpfannen ausgeführt worden, oder sie dienen zum Vorwärmen der Soole. Das Inkrustiren der Röhren läfst sich durch öfteres Bewegen der Oberfläche der Flüssigkeit oder durch häufiges Salzausziehen vermindern. Wichtig ist jedoch die Verwendung möglichst gypsfreier Soole.

Solche Röhrenpfannen haben verschiedene Einrichtung. Sie sind besonders in England und in Nordamerika in Gebrauch. Auch auf

Fig. 252.



der Saline Heinrichshall bei Köstritz war eine Rohrdampfpfanne eingerichtet worden.

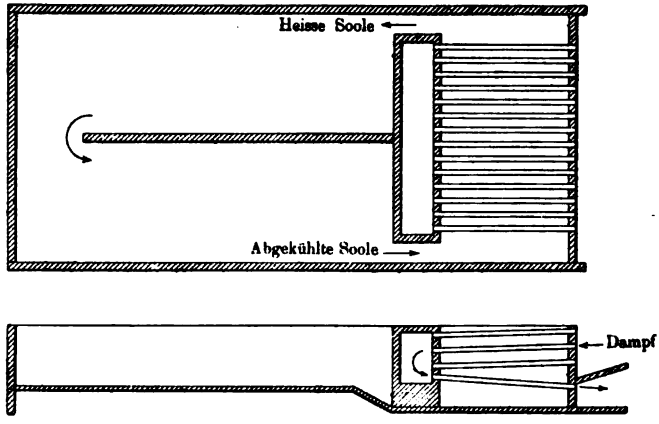
12 eiserne oder kupferne Heizröhren laufen in zwei Reihen über einander in der Längsrichtung mitten durch die Pfanne. An den schmalen Seiten der Pfanne befindet sich je ein geschlossener Querkasten, in den die Röhren einmünden. Der Dampf tritt durch eine Röhre in den einen Kasten ein, zieht durch die Heizröhren und fliefst in dem anderen Kasten als kondensirtes Wasser ab. An einem Hängewerke sind die Röhren befestigt. Bei gleicher Soolfläche erzielt man die zwei- bis dreifache Salzmenge wie von gewöhnlichen Dampfpfannen. Andere Ausführungen der Rohrdampfpfannen sind folgende.

Zu Meadowbank bei Winsford in England dient eine Rohrdampfpfanne dazu, um den Abdampf einer runden Maschinenpfanne zu benutzen. Die Pfanne besteht aus Holzbohlen, ist 13 *m* lang, 3,3 *m* breit, 0,7 *m* tief (Fig. 252). Sie hat also eine Fläche von 43 *qm*. Längs durch die Pfanne, jedoch nur auf einer Seite bis zu einer Breite von 1,3 *m*, zieht sich eine doppelte Lage von Heizröhren, zusammen 16 Stück von 75 *mm* lichter Weite. Die Heizfläche der Röhren ist 47 *qm*. Die Röhren tauchen ganz in die Soole ein und werden von dieser umspült. Das sich ausscheidende Salz wird meist infolge der Soolströmung nach dem freien Teile der Pfanne bewegt oder fällt zwischen den Röhren zu Boden. Die Röhren selbst bleiben frei, so dafs

Digitized by Google

eine gleichmäfsig gute Wärmeabgabe herbeigeführt wird. Etwas aus schwefelsaurem Calcium bestehender Stein setzt sich an den Röhren ab, springt aber von Zeit zu Zeit los und fällt auf den Pfannenboden. Die Heizröhren, durch die der Dampf strömt, sind etwa 10 *cm* in der ganzen Länge geneigt, so dafs das Kondensationswasser in der Dampfrichtung abfliefst. Damit sich der Dampf nicht beim Austritt sogleich mit Luft mischt, abkühlt und kondensirt, und kalte Luft in die Röhren tritt, wird er, bevor er in das Freie gelangt, noch in einen Vorraum geführt, von dem er Abzug findet. Es sammeln sich etwa 8000 *kg* Salz in der Pfanne an, entsprechend einem Wochenausbringen. Dann wird das Salz herausgezogen, was leicht von statten geht. Auch unter den Röhren läfst sich das Salz leicht mit einem Rechen hervorziehen.

Fig. 253.



Die Wärmeausnutzung wird dadurch noch vervollkommnet, dafs die Pfanne in der Mitte quer eine Scheidewand hat, die die Röhren trägt. Diese ist mit kleinen Öffnungen versehen, so dafs die Soole stets in beiden Teilen gleich hoch steht. Die Soole im vorderen Teile erhält dadurch eine höhere Temperatur, als die im hinteren Teile. Die Wärme des Abdampfes wird dann besser abgegeben, als bei einer mittleren gleichen Temperatur. Das Salz fällt allerdings in beiden Teilen mit verschiedenem Korn.

Eine Rohrdampfpfanne mit getrenntem Heizgefäfs ist ebenfalls zu Meadowbank ausgeführt (Fig. 253). Die Pfanne ist aus Lehm gestampft und mit Eisenplatten belegt. Sie hat eine an einem Ende offene Mittelzunge, am anderen Ende liegt die Heizeinrichtung, die aus 52 Röhren von 3 *m* Länge und 10 *cm* Weite besteht. Die Röhren sind in die aus Holz hergestellte Kopfwand der Pfanne eingelassen. Die in die Pfanne ragenden anderen Enden der Röhren münden in einen Dampfkasten, der den Übertritt des Dampfes aus den

Digitized by Google

drei oberen Röhrenlagen in die nach aufsen geneigte untere Röhrenlage vermittelt. Durch die drei oberen nach dem Dampfkasten zu geneigten Lagen von Heizröhren tritt der Dampf der Rundpfanne, durch die untere Lage von Röhren fliefst das Kondensationswasser mit nicht kondensirtem Dampf und Verdampfungsluft ab. Beide Hälften der Pfanne stehen mit dem Heizgefäfse in Verbindung, die eine Seite mit der oberen Soolschicht im Heizgefäfse, die andere mit der unteren, also kühleren Schicht.

Durch die Erwärmung der Soole an den Heizröhren wird ein beständiger Kreislauf hervorgerufen. Die erwärmte Soole tritt durch den oberen Ausflufs in die eine Hälfte der Krystallisirpfanne, strömt um die Zunge herum in die andere Hälfte und von da zurück zu den unteren Heizröhren, um hier von neuem erwärmt zu werden. Durch die Erwärmung an den Heizröhren wird die Soole wieder gesättigt, so dafs auch bei mäfsiger Verdampfung hier kein Salz ausfällt, wohl aber bei der folgenden Abkühlung in der Pfanne, entsprechend dem inzwischen eingetretenen Dampfverluste. Die Stärke der Strömung ist von dem Unterschiede der Wärmegrade zwischen ein- und austretender Soole, und von dem Höhenunterschiede zwischen Ausflufs- und Eintrittöffnung abhängig.

Der Heizraum der Pfanne bleibt frei von Salz, nur Gyps setzt sich an den Röhren ab und sammelt sich nach dem Abspringen im Heizraume, ohne sich dem Salze beizumischen. Entsprechend der Verdampfung wird Soole dem Heizraume zugeführt. Die Pfanne liefert bei 43 *qm* Verdampfungsfläche und 50 *qm* Heizfläche wöchentlich 7000 *kg* Salz.

Die zuerst in Meadowbank nach *Falks* Vorschlägen [1]) ausgeführte Rohrdampfpfanne war mit doppelten Heizröhrenlagen versehen und wurde durch Krücken mit der Hand entleert. Bei 28 *qm* Soolfläche und 65 *qm* Heizröhrenfläche wurden wöchentlich 7000 *kg* Salz gewonnen. Am heifseren Ende der Pfanne stieg die Sooltemperatur auf 80°. Da die Pfanne auch für eine Rundpfanne auf 80° vorgewärmte Soole lieferte, so wird hierfür ein weiterer Ertrag von 4000 *kg* zu rechnen sein, so dafs auf die sechs Wochentage etwa je 1830 *kg* kommen.

Die jetzt mit den Rundpfannen verbundenen Röhrenpfannen liefern wöchentlich etwa 25 *t* Grobsalz. Aufser diesen durch den Abdampf der Rundpfannen geheizten Röhrenpfannen sind auch Rohrdampfpfannen in Betrieb, die durch Maschinenabdampf geheizt werden. Sie haben jedoch zum Unterschiede von ersteren nur eine Reihe Heizröhren. Die Anzahl der Heizröhren ist danach verschieden und beträgt 6 bis 16, die der Länge der Pfannen entsprechend 13 bis 24 *m* lang sind und 75 *mm* Durchmesser haben. Die Pfannen bleiben so lange in Betrieb, bis sie sich mit Salz gefüllt haben. Die Verunreinigung durch ab-

[1]) *P. J.* 1869, **191**, 420. *Berggeist* 1869, Nr. 15.

Digitized by Google

fallenden Gyps ist unbedeutend. Dann wird der ganze Pfanneninhalt ausgekrückt.

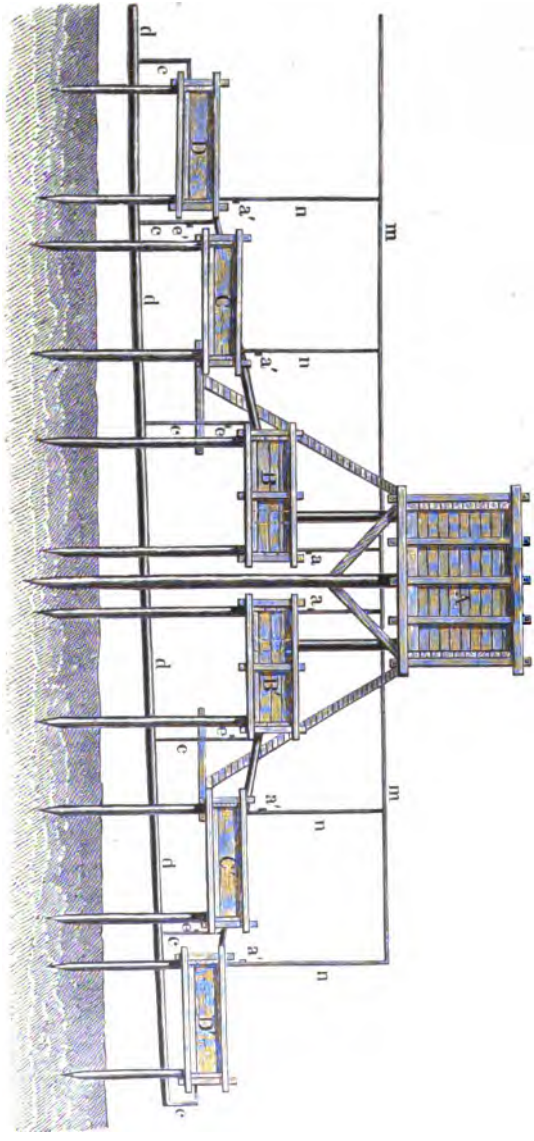


Fig. 254.

Auf der Saline *Thompsons* bei Cheshire, sowie auf einer Saline bei Northwich hat man auch einzelne Holzpfannen in Betrieb, die nur zwei gröfsere Heizrohre haben und den Abdampf von Betriebsmaschinen ausnutzen lassen.

In Amerika sind ebenfalls Rohrdampfpfannen in Gebrauch. Nach *E. Sauvage*[1]) wird im Staate Michigan das meiste Salz durch Abdampfen mittels Wasserdampfes gewonnen. Auf der Siedeanlage der Buffalo Salt Co. East Saginaw wird die Soole bis zur beginnenden Krystallisation in 41 *m* langen, 2,75 *m* breiten und 1,8 *m* hohen Holzreservoiren vorgewärmt, indem Dampf durch fünf, nahe am Boden liegende, 10 *cm* weite Röhren zieht. Die Soole reinigt sich dabei von Eisen und fliefst dann in ebenso lange, aber nur 2,25 *m* breite und 40 *cm* tiefe Pfannen, die ebenfalls mit Dampfröhren versehen sind. Damit die Salzkrystalle nicht zu grofs werden, wird die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit umgerührt. Die Soole hat eine Temperatur von 77 bis 80° *C*. Nach 24 Stunden wird das Salz heraus-

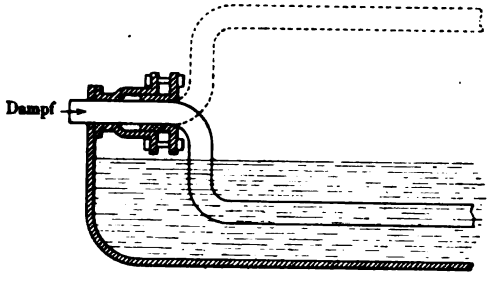
[1]) *B.- u. H. Z.* 1881, **40**, 16.

Digitized by Google

genommen, mit der Mutterlauge ausgewaschen und auf eine Leckbühne gebracht. Von da kommt es nach 24 Stunden auf die Salzböden und bleibt dann noch zwei Wochen zum Nachtrocknen liegen. Die Verdampfungsfläche ist 92,25 *qm*, die Heizfläche 82 *qm*. Etwa die Hälfte der eingelassenen Soole verdampft in 24 Stunden, das sind von 36,8 *cbm* 18,4 *cbm*, und auf 1 *qm* Heizfläche fällt in 24 Stunden 71,8 *kg* Salz. Der Heizdampf wird in einem Dampfkessel erzeugt, ist deshalb sehr luftrein und hat infolge dessen einen höheren Wirkungsgrad. Da durch die Dampfkessel Holzsägewerke betrieben werden, so erhalten die Pfannen tagsüber nur den Abdampf, nachts Dampf unmittelbar aus den Kesseln.

Eine ähnliche Einrichtung im Saginawthale, wobei man den überflüssigen Betriebsdampf von den Sägemühlen für die Siedung benutzt, ist wie folgt beschrieben [1]). Schwarten und Sägespäne dienen als Feuerungsmaterial für die Dampfkessel. Die Bohrlochssoole wird in einem aus 56 *mm* starken Tannenbohlen hergestellten Kasten *A* (Fig. 254) von 17 *m* Länge, 4 *m* Breite und 2,6 *m* Höhe mit Ätzkalk versetzt, wobei Eisenoxyd gefällt wird und sich absetzt, und dann in die Kasten *B* und *B'* von 36 *m* Länge, 3 *m* Breite und 1 *m* Höhe abgelassen, wo sie zur Konzentrirung mit Wasserdampf erhitzt wird. Nach dem Klären gelangt die Soole in die ebenso langen und breiten, aber nur 43 *cm* hohen Kasten *C*, *C'*, *D* und *D'*, worin durch Dampfheizung Salz ersotten wird. Dieses wird mittels kupferner Schaufeln in Körbe oder auf eine schräg über die Kasten laufende Bühne ausgeschlagen und nach dem Abtropfen in die Vorratskammer geschafft.

Fig. 255.



Die Mutterlauge der oberen Pfannen wird mit neuer Soole in den unteren weiter versotten. Der gespannte Wasserdampf tritt aus der Hauptröhrenleitung *m* von 13 *cm* Durchmesser in 11 *cm* weite Zweigröhren *n*, die mit Messing- oder Kupferröhren in den Pfannen in Verbindung stehen. Durch die Röhren *c* und *d* gelangt der überschüssige Dampf oder das Kondensationswasser nach aufsen. Die Hähne *a*, *a'*, *e*, *e'* dienen zur Ab- und Zustellung des Dampfes.

In Virginia benutzt man zum Soggen den Dampf der Störpfannen, den man in kupfernen Röhren durch hölzerne, 31 bis 47 *m* lange Soggepfannen hindurchleitet. Es liegen fünf Pfannen neben einander. In den beiden ersten Pfannen (*settlers*) wird die Soole gar gestört, in den

[1]) *B.- u. H.Z.* 1867, 26, 135, 161, 185, 209, 221, 237, 254, 283, 306, 337.

Digitized by Google

drei anderen Pfannen (*grainers*) findet der Krystallisationsprozefs statt. Der Dampf der Störpfanne ist nicht gespannt, die Feuerungseinrichtung unvollkommen, z. B. ohne Chamottegewölbe, so dafs auf 1 *Tl.* Salz $1^1/_2$ *Tle.* Brennstoff erforderlich sind. Der Mantel der Störpfannen ist aus 105 *mm* dicken Bohlen zu einer Kappe zusammengestellt und der hölzerne Bord durch Schieferbedeckung gegen Abkühlung geschützt. Die schmalen, ununterbrochen gespeisten Pfannen liegen ganz offen, eine besondere Salztrocknung findet nicht statt.

Nach *Simmersbach*[1]) wird auf der Saline Virginia eine Rohrdampfpfanne betrieben, die mit Krümmern versehene, in Stopfbüchsen drehbare, kupferne Heizröhren hat (Fig. 255, a. v. S.). Die Röhren können beim Auskrücken des Salzes durch Drehung aus der Soole herausgehoben werden. Ein Überzug von Bernsteinlack, der sich in der Soole angeblich gut hält, soll die Röhren vor Rost schützen.

Die ausgedehnte Anwendung der Dampfsiedung in Nordamerika ist nach *Chatard*[2]) darauf zurück zu führen, dafs entweder schwache Soolen, die der Anreicherung bedürfen, versotten werden, wie in den Kanawha- und Ohiogebieten, oder dafs bedeutende Mengen von Betriebsabdampf zur Verfügung stehen, wie bei den Sägemühlen in Michigan. Diese letztere Art der Salzgewinnung wird als Grainersystem bezeichnet. Man unterscheidet bei der Anlage die *boilers* (Dampfentwickler), die *settlers* und die *grainers* (Stör- und Soggepfannen). Als Typus eines Grainersystems, wie es vorzugsweise ausgeführt wird, dient eine zu East Saginaw (Michigan) ausgeführte Anlage (Fig. 256).

In dem Behälter *A* wird die angesammelte Quellsoole mit Kalk versetzt und dadurch gereinigt. In den beiden Kasten *BB* (*steam settlers*, Dampfstörpfannen) wird die Soole nahe bis zur Sättigung gebracht, und von diesen in die vier Soggepfannen (*grainers*) *CC*, und zwar zunächst in drei Hauptpfannen (*direct grainers*) geführt, die zuerst den Abdampf der Betriebsmaschinen durch die Leitung *D* erhalten, und wo der gröfste Teil des Salzes gewonnen wird. Bei Stillständen der Maschinen kann ihnen frischer Kesseldampf zugeführt werden. Die Heizröhren *E*, die dicht über dem Boden aufgehängt sind, haben 89 *mm* ($3^1/_2$″) Weite. Die Dämpfe heizen dann noch eine Nachpfanne (*return grainer*), in der die von den Hauptpfannen abgezogene Soole verdampft wird.

Der Mantel (*cap*) der Salzpfannen nimmt zum Abtropfen das ausgeschlagene Salz auf. Der Dampf wird von oben in das Heizröhrensystem geführt, durchströmt von einer Seite aus zunächst zwei oder drei in der Mitte liegende Röhren, dann je eine an den beiden Seiten liegende Heizröhre, die sich am anderen Ende wieder vereinigen und

---

[1]) *B.- u. H. Z.* 1874, 33, 4.

[2]) *Thomas M. Chatard, Salt making Processes in the United States* 1888.

Digitized by Google

den Dampf mit dem Kondensationswasser an einer Seite des Pfannenbords austreten lassen. Alle fünf Tage wird das Salz aus den Pfannen ausgeschlagen. Auf je 3 bis $3^1/_2$ *qm* (32 bis 36 Quadratfuſs) Pfannenfläche wird ein Barrel (= 127 *kg*) Salz gewonnen und dazu eine Dampfmenge verbraucht, die einer Leistung von $2^1/_2$ Pferdestärken entspricht.

Anders ist die Kanawha- oder Pomeroymethode, die seit mehr als 40 Jahren angewendet und von *G. H. Cook* [1]) ausführlich beschrieben worden ist. Eigentümlich für das Ohiogebiet ist billiges Brennmaterial und schwache Soole, die zwar sehr unrein, aber so gut wie frei von Gyps ist. Die Grundzüge des Verfahrens sind, daſs die Soole in einem besonderen Dampfgefäſse gekocht wird, wobei sich ein groſser Teil der Unreinigkeiten niederschlägt und eine groſse Menge schwach gepreſsten Dampfes gewonnen wird, der für die weitere Abdampfung der Soole Verwendung findet. Die groſse Menge von Mutterlaugensalzen zwingt dazu, daſs das Abdampfen der Soole in bestimmten Stadien unterbrochen und in anderen Gefäſsen fortgesetzt werden muſs, damit man keine unreinen Produkte erhält. Die Dampfpfannen liegen deshalb in verschiedener Höhe, so daſs die Soole oder Mutterlauge von einem Gefäſse in das andere abgelassen werden kann. Die ersten Gefäſse liefern fertige Marktwaare, das Produkt der letzten Gefäſse muſs in

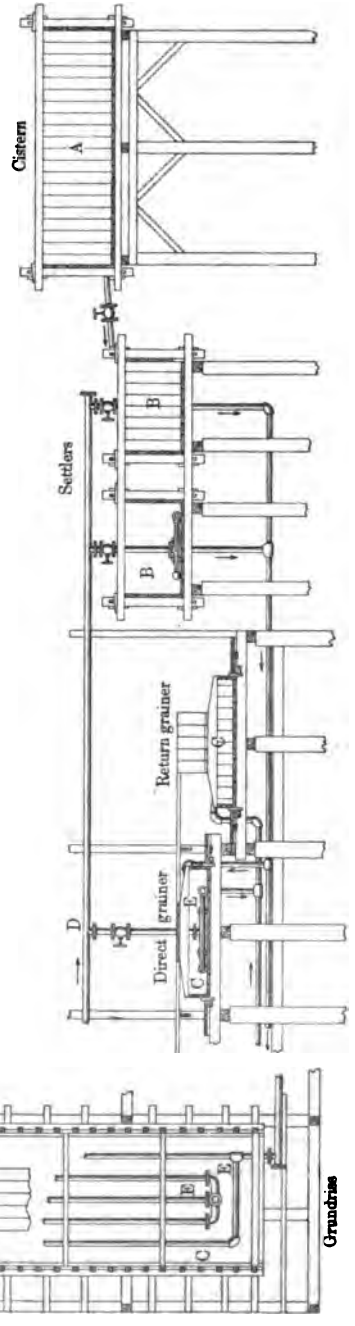


Fig. 256.

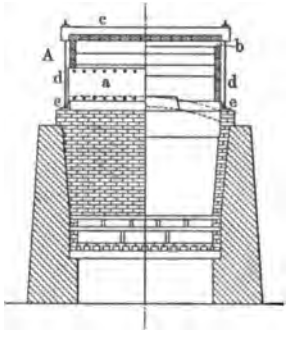
[1]) *Ann. Rep. Supt. Onondaga Salt-Springs for* 1853, *p.* 34—40.

Digitized by Google

den Vorpfannen (*settlers*) wieder aufgelöst werden. Aus der zurückbleibenden Mutterlauge werden die wertvollen Bestandteile in den Bromfabriken gewonnen, und selbst der Rückstand ist noch verkäuflich. Der Prozefs läuft darauf hinaus, als Abgänge nur kondensirtes Wasser und Asche zu erhalten, was mit Rücksicht auf die geringen Salzpreise nötig ist.

Die Soole hat nur 1,062 *spf. Gew.* (9° *B.*), 100 *Tle.* Soole enthalten 7,4 *Tle.* Salz und 90,5 *Tle.* Wasser, dazu 2,1 *Tle.* Nebensalze. Der Dampf hat einen Druck von etwa vier Pfund und wird in Holzröhren geleitet, so dafs keine Wärme verloren geht, die Heizröhren in den Salzpfannen bestehen aus Kupfer.

Fig. 257.



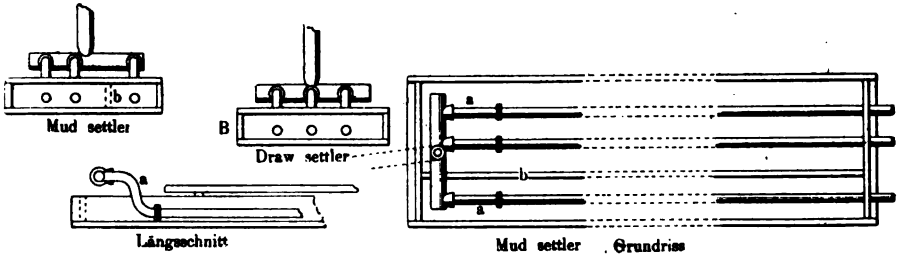
Die Soole wird zunächst in einen grofsen Behälter gepumpt, wo sich eine geringe Menge mitgeführten Petroleums absondert. Die anfangs klare Soole wird bald durch rotgelben Eisenocker getrübt, der sich durch Oxydation des kohlensauren Eisenoxyduls bildet. Aus dem Behälter fliefst die Soole durch ein Gerinne, in dem sie durch Dampfröhren erwärmt wird, in die erste Abteilung des Dampfentwicklers (*steam chest*). Auf Planrosten wird mit billiger Kohle geheizt. Der Dampfentwickler *A* (Fig. 257), in dem die Soole zunächst gekocht wird, hat drei Abteilungen, die durch Kupferröhren mit einander verbunden sind. Der Boden ist aus 25 *mm* (1″) starken Gufseisenkasten zusammengesetzt, die je 305 *cm* (10′) lang und 91 *cm* (3′) breit sind, und an den kurzen Enden 30 *cm* (12″) hohe, an den langen Seiten 20 *cm* (8″) hohe Umbördelungen haben, mit Ausnahme der beiden an den Enden liegenden Kasten, deren äufsere Seiten ebenfalls 30 *cm* (12″) hoch umgebördelt sind. 11 solcher Gufseisenkasten liegen neben einander und sind mit einander verschraubt, so dafs die ganze Pfanne 10 *m* (33′) lang und 3,05 *m* (10′) breit ist, und in je 91 *cm* (3′) Abstand 20 *cm* (8″) hohe Zwischenwände hat, die quer hindurch laufen. Die Fugen sind mit Eisenfeilspänen oder besser, wenn auch teurer, mit in Bleiweifs getauchtem Tuch gedichtet. Auf den Zwischenwänden des Bodens ruhen die hölzernen Seitenwandungen auf, die an der Innenseite der Endumbördelungen befestigt sind. Die Seitenwandungen sind 122 *cm* (4′) hoch und 10 *cm* (4″) dick, mit horizontal verlaufenden Fugen. Die kurzen Enden der Dampfentwickler werden durch Schlufsplatten, die sogenannten „*dampers*“, gebildet, nämlich je eine Gufseisenplatte *a*, 25 *mm* (1″) stark und 61 *cm* (2′) hoch, die von aufsen an der Umbördelung des gufseisernen Bodenkastens anliegt und mit diesem verschraubt ist und an den Seiten von aufsen die hölzernen Seitenborde umfafst. Im übrigen werden die Enden wie die Seitenborde aus 10 *cm* (4″) starken Bohlen gebildet, die von innen mit der oberen

Digitized by Google

Kante der Schlufsplatte verbunden und mit den Enden der Seitenwände zusammengefügt sind. Quer über den Behältern sind zur Unterstützung der darüber liegenden, ebenfalls 10 *cm* starken Deckbohlen sechs eiserne Schienen *b* versenkt gelegt. Um die Bohlen der Seitenwandungen dicht zusammenziehen zu können, werden über die Deckbohlen Kanthölzer *c* gelegt, durch deren Enden Zugeisen *d* greifen. Der untere Kopf der Zugeisen wird durch Ansätze *e* gehalten, die an den Enden jeder Bodenplatte in der Mitte von aufsen angegossen sind. Durch Anziehen der Schrauben dieser Zugeisen werden die Bohlen der Seitenwandungen fest in den Nutfugen zusammengepreſst. Die Enden der Kanthölzer greifen mit der Unterseite über die Deckbohlen, so dafs zwischen diesen und den übergreifenden Ansätzen Keile eingetrieben werden können. Dadurch werden auch die Deckbohlen fest an einander gepreſst.

Der Dampfentwickler ruht auf den Seitenmauern der Feuerung, die aus Bruchsteinen bestehen und mit Backsteinen verkleidet und ab-

Fig. 258.



gedeckt sind, und hat zu dem Zwecke an den unteren Ecken der Bodenplatten 15 *cm* (6″) lange angegossene Vorsprünge. Der Zwischenraum zwischen den drei Abteilungen des Dampfentwicklers von etwa 76 *cm* (30″) Weite ist über dem Feuerraume mit Backsteinen überwölbt.

Die zur Verbindung der drei Abteilungen dienenden Kupferröhren münden unter dem Soolspiegel, so dafs dieser in allen Abteilungen gleich hoch steht. In diesem Dampfkasten wird die Soole bis auf etwa 15 bis 18° *B.* eingedampft, je nachdem Dampf für die Heizung der Dampfpfannen erforderlich ist. Die Pressung des Abdampfes beläuft sich auf etwa 4 Pfd. (0,28 *kg* auf 1 *qcm*). Die Soole, die durch ausgeschiedenes Eisenoxyd stark getrübt ist, wird dann abgezogen und fliefst in die Vorpfannen (*settlers*) (Fig. 258), das sind durch Dampfröhrensysteme geheizte Holzkasten. Die beiden ersten sind die Klärpfannen (*mud settlers*) *A*, die durch eine Zwischenlängswand *b* geteilt sind. Die Soole fliefst in der ersten Klärpfanne in der einen Abteilung hin, tritt durch einen Ausschnitt in der Oberkante der Zwischenwand in die zweite Abteilung, fliefst hier wieder nach vorn und durch eine Verbindungskandel in die zweite Klärpfanne, wo sie denselben Umlauf hat.

Digitized by Google

Während dessen setzt sich der Eisenschlamm ab, und die angereicherte Soole gelangt dann nach Bedarf in die erste oder zweite Störpfanne (*draw settler*) *B*, worin sie nahe bis zur Sättigung eingedampft wird, sofern nicht schon vorher Soole für die Salzpfannen nötig ist. Die Soole hat dann 23° *B.* oder 1,178 *spf. Gew.* Neben den Vorpfannen liegen stufenweise angeordnet fünf Soggepfannen (*grainers*). Zunächst fliefst die Soole in die Pfannen 1 und 5, wo das beste Salz fällt. In Nr. 1 wird die Soole bis auf 24 bis 25° *B.*, in Nr. 5 bis auf 26 bis 27° *B.* angereichert, dann wird sie in die Pfannen Nr. 2 und 4 geleitet. Hier fällt eine etwas geringere Sorte Salz. Die Mutterlauge fliefst dann mit 29° *B.* in die Pfanne Nr. 3, wo sich noch Salz von geringerer Güte (Nr. 2) absetzt. Die Soole wird von da mit 31° *B.* in die Endpfanne (*peace maker*), eine kleinere Dampfpfanne geleitet, wo sie bis auf 34 bis 35° *B.* eingedampft wird. Dann gelangt sie in die Bitterwassercisterne und erreicht 37° *B.* Das sich in diesen beiden letzten Gefäfsen absetzende Salz wird in die erste Vorpfanne gebracht und wieder aufgelöst. Die zurückbleibende Mutterlauge ist dann reif für die Bromfabrik, wo sie mit Schwefelsäure und chlorsaurem Kalium behandelt wird und auf zwei Barrels (= 254 *kg*) gewonnenen Salzes etwa 0,45 *kg* (1 *Pfd.*) Brom liefert. Der Rückstand von der Bromdestillation wird mit Kalk neutralisirt und abgedampft. Es setzt sich einiges zu landwirtschaftlichen Zwecken brauchbares Salz ab; die zurückbleibende Flüssigkeit enthält hauptsächlich Calcium- und Magnesiumchlorid und wird in Ölbarrels gefüllt, wo sie bei der Abkühlung fest wird. Sie wird so verkauft und dient zur Herstellung nicht frierender Flüssigkeit für die Eisbereitung.

Die Vorpfannen und Hauptpfannen sind 55 *m* (180′) lang und aus 10 *cm* starken Fichten- oder Pappelholzbohlen, besonders aus letzteren, gefertigt. Die hölzernen Dampfleitungen sind aus Fichten- oder Pappelstämmen gefertigt, die 15 *cm* weit ausgebohrt sind. Die kupfernen Heizröhren haben 12,7 *cm* (5″) Durchmesser und sind 5 *mm* ($^3/_{16}$″) dick, sie sind am oberen Ende der Pfannen mit der Dampfleitung durch Krümmer *a* verbunden, während sie am unteren Ende durch die Wandung hindurchgehen, wo das kondensirte Wasser abfliefst. Eine weitere Ausnutzung der in den Kondensationswassern enthaltenen Wärme hat sich nicht als vorteilhaft erwiesen. In den Vor- und Hauptpfannen liegen je drei, in der fünften Hauptpfanne jedoch vier und in der dritten Hauptpfanne und in der Endpfanne zwei Heizröhren.

Die Abwesenheit von Gyps erlaubt die Anwendung leichter Kupferröhren zur Heizung, wodurch der hohe Wirkungsgrad bei der Verdampfung ermöglicht wird. Der geringe Dampfdruck macht es möglich, dafs bei dem Dampfentwickler und bei den Dampfleitungen Holz angewendet werden kann, das dort billig ist und zugleich einen guten Wärmeschutz bildet.

Sollte ein Mittel gefunden werden, durch das auf einfache billige

Digitized by Google

Weise der Gyps aus der Soole entfernt werden könnte, so würde dies sicherlich eine bedeutende Umwälzung in den jetzt üblichen Verfahrungsarten der Salzerzeugung zur Folge haben und der allgemeinen Einführung der Dampfheizung beim Salzsieden die Wege bahnen.

Durch Zusammenstellung der besten Ergebnisse erhält *Chatard* folgende Zahlen für die Verdampfungsleistung:

Bei dem Kanawhasystem, Anwendung von schwach gepreſstem Dampfe, verdampft 1 *kg* Kohle	7,69 *kg* Wasser,
Bei dem Grainersystem mit hochgepreſstem Dampfe . . .	6,47 „ „
Bei unmittelbar gefeuerten Pfannen	5,72 „ „

Indessen können diese Zahlen keine allgemeine Bedeutung haben.

Nach einem Patente von *J. Egestorff* in Hannover (*D. R.-P.* Nr. 14782 vom 12. Februar 1881[1]) werden die Heizröhren in Vertiefungen des Pfannenbodens gelegt. Die Versenkungen sind mit kleinen Borden und Deckplatten geschützt, damit kein Salz hineinfällt. Die Heizröhren laufen in diesen Versenkungen hin und zurück. Die Pfanne ruht auf T-Trägern und hat einen doppelten, mit schlechten Wärmeleitern (Infusorienerde, Asche u. a.) gefüllten Boden. Durch das Versenken der Heizröhren in den Boden kann der Soolstand in der Pfanne tief herabgezogen werden, ohne daſs die Erwärmung aufhört.

Die kalte Soole wird zunächst in einem Bottich mit Albumin versetzt und flieſst dann durch Siederöhren, die in einem Dampfkessel liegen, wo sie bis zum Siedepunkte erhitzt wird, in die Pfanne. Die Hahnstellung für den Zufluſs wird so geregelt, daſs immer siedende Soole in die Pfanne flieſst. Der Flüssigkeitsstand wird in geringer Höhe gehalten, jedoch so hoch, daſs die Überdachungen genügend von der Soole bedeckt sind, damit von ihnen die Krystallisation an der Oberfläche nicht gestört wird. Das Salz lagert sich auf dem Pfannenboden und den Überdachungen und wird mit der Krücke an den Bord gezogen. Die Vertiefungen ermöglichen, daſs die Pfanne fast ganz leer gesotten werden kann. Man nimmt zuletzt die kleinen Borde neben den Vertiefungen heraus, damit sich die Wärme der Heizröhren besser dem Reste der Soole mitteilt. Man soll die Soole, wenn sie beim Leersieden unter die Überdachungen tritt, in der Nähe der Heizröhren etwas in Bewegung bringen, damit sich das auf diesen lagernde Salz entfernt und nicht an den Heizröhren festbrennt.

Obgleich die Wärmeausnutzung bei dieser Einrichtung günstig ist, werden die Ansätze an den Siederöhren den Prozeſs doch so stören, daſs die Einrichtung für die Salzerzeugung im Groſsen keinen Eingang finden kann. Auch die Vertiefungen im Pfannenboden, in denen die Heizröhren liegen, werden sich, besonders gegen Ende des Soggens, zusetzen, sie werden deshalb umständlicher Reinigung bedürfen, so daſs

[1]) *P. J.* 1882, **243**, 131.

Digitized by Google

der Vorteil, den die Einrichtung sonst bieten mag, dadurch aufgehoben wird. Statt einer eisernen Pfanne mit Doppelboden wird man auch eine Betonpfanne anwenden können.

Über sonstige Vorschläge und Versuche zur Verwendung des Dampfes bei der Siedung und Dampfheizsysteme, besonders von *Rittinger*, *Piccard*, *Schäffer* u. *Budenberg* ist bei dem Abschnitt über Vakuumverdampfer weiteres mitgeteilt.

Flammrohrpfannen.

In ähnlicher Weise, wie man den Dampf in Röhren durch die Siedepfannen zur Erwärmung der Soole führt, hat man auch die Feuergase in Röhren durch die Soole geleitet, so dafs die Herdzüge und eine Erwärmung der Pfanne von unten ganz wegfallen, oder derart, dafs die Feuergase zunächst durch die Pfanne und dann unter der Pfanne hin und her geführt werden.

Bei den Einrichtungen der ersteren Art kann die Pfanne aus Holz oder Beton bestehen. Eine derartige Anlage hatte z. B. auf alpinen Salinen ein Pfannenbassin *A* (Fig. 259 und 260) in Rauhmauerwerk von hydraulischem Kalk mit einer 78 *mm* starken Betonschicht von Portlandcement, die an der Oberfläche glatt verrieben wird. Durch die Pfanne laufen zehn 3,3 bis 6,5 *mm* dicke Röhren *a* aus Eisenblech, verzinnt oder mit Zinkschutz versehen. Sie sind durch Muffen verbunden, die durch Einlegen von weichem Metall und Einkeilung wie bei den Lokomotivkesseln gedichtet werden. Der Boden der Pfanne ist geneigt, so dafs sich das Salz an einer Stelle sammelt, oder es wird in eine Bodenvertiefung gestofsen und von der Sammelstelle mit einem Becherwerk ausgetragen. *bb* sind Treppenroste, *c* ist der Gassammler, *d* der Dunsthut.

In England hat man Holzpfannen mit zwei Flammrohren und auch mit einem einzigen Flammrohre ausgeführt. Auf der *Thompson*schen Saline in Cheshire lieferte die mit einem Flammrohre versehene Holzpfanne bei einer Sooltemperatur von 49° in der vierwöchigen Betriebsperiode 120 *t* Salz. Das Salz setzt sich nicht auf dem Heizrohre ab, sondern fällt zu Boden. Hier bleibt es so lange liegen, bis es die ganze Pfanne unterhalb des Rohres anfüllt. Dann wird die Pfanne kaltgelegt und das Salz herausgenommen. Bei den zweiröhrigen Pfannen derselben Saline setzt sich auch Salz an den Rohren ab, das dann alle sieben Tage abgehoben werden mufs. Von den Flammrohren gewinnt man wöchentlich 12 *t*. Das sich auf dem Boden sammelnde Salz wird auch bei diesen Pfannen alle vier Wochen herausgenommen und beträgt etwa 50 *t*, so dafs in einer Betriebsperiode 98 *t* gewonnen werden. Die Temperatur der Soole beträgt 63° *C*. Bei gleichem Brennstoffverbrauch leistete die doppelröhrige Pfanne weniger als die einröhrige. Die Leistung, 147 *kg* auf 100 *kg* Steinkohle, ist jedoch

Digitized by Google

geringer, als bei gewöhnlichen Herdpfannen, die auf 100 *kg* Steinkohle etwa 172 *kg* und mehr Salz liefern.

Fig. 259.

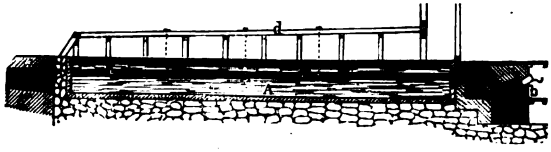


Fig. 260.

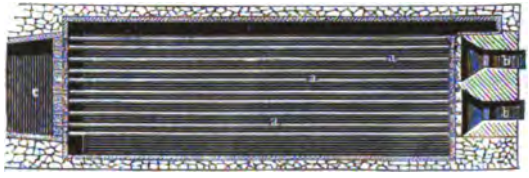
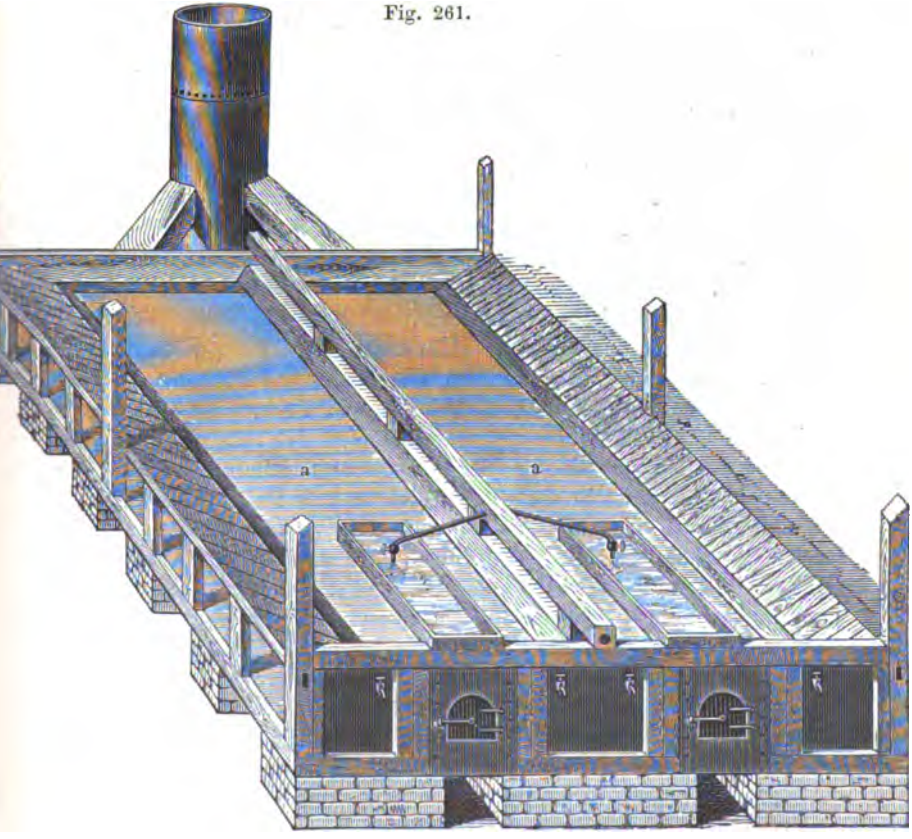


Fig. 261.



Digitized by Google

Eigentümlich ist die vom Saginawthal[1]) (Michigan) mitgeteilte Einrichtung, wobei die obere Seite eines als Feuerungsraum und Heizkanal dienenden Dampfkessels den Boden der Siedepfanne bildet, *a* (Fig. 261, a. v. S.). An den Seiten ist der Dampfkessel mit einem im Querschnitt ovalen Mantel umgeben, in dem die Soole vorgewärmt wird. Sie läuft in der Nähe der Feuerung in den Mantel und tritt an der entgegengesetzten Seite in die Pfanne. Das Verfahren wird nur für reine schwache Soole geeignet sein.

Eine bessere Wärmeausnutzung erzielt man, wenn die Heizgase sowohl durch die Pfanne, als auch unter die Pfanne geleitet werden. Diese Einrichtung hat die Kesselpfanne nach dem Patente von *Fläschendräger*, die sich sowohl zur Feinsalzbereitung als auch zur Mittelsalz- und Grobsalzbereitung eignet und je nachdem in den Gröfsenverhältnissen etwas anders ausgeführt wird.

M. und *H. Fläschendräger* zu Arnshall bei Arnstadt (Schwarzburg-Sondershausen): Neuerungen an Flach- und prismatischen Salzsiedepfannen mit direkter Feuerung (*D. R.-P.* Nr. 44004 vom 15. November 1887) (Fig. 262[2]).

Unter dem Boden einer gewöhnlichen Flachpfanne liegt ein prismatischer, an den unteren Kanten abgerundeter und an der unteren Seite flach gewölbter Kessel, der nach erprobter Ausführung eine mehr breite als hohe Kofferform hat. Dieser Unterkessel ist mit zwei Flammrohren versehen, die etwa den bei Cornwall-Dampfkesseln üblichen Durchmesser haben. Der Unterkessel ist mit der oberen Pfanne so vernietet, dafs der obere Rand des Kessels mit dem Boden der Pfanne abschneidet. Die Öffnung im Boden der Pfanne wird zum Teil mit eisernen Platten belegt, der mittlere Teil jedoch, und zwar mindestens ein Drittel der ganzen Länge des Kessels, erhält statt der Platten einen flachen Deckel, der an den Enden an dem aufgebogenen Rande der Abdeckbleche befestigt wird. Zwischen dieser Kappe, die das Wesentliche an dem Patente ist, und dem Kesselrande befinden sich Schlitze, durch die die Soole des Kessels mit der Pfannensoole in Verbindung steht. Die Weite der Schlitze ist in einfacher Weise nach Bedürfnis zu stellen.

Der Kessel dient als Soolerhitzer, eine Verdampfung soll darin infolge der Abdeckung nicht stattfinden, sich entwickelnder Dampf teilt sich der in der Pfanne enthaltenen Soole mit, die Planpfanne ist der Verdampfer. Die von den Kesselvorfeuerungen entwickelten Heizgase durchstreichen zunächst die Flammrohre, dann die Seiten des Kessels und den Boden der Pfanne in mehreren Zügen, so dafs auch in der Pfanne die Soole in Wallung oder auf dem gewünschten Wärmegrade erhalten bleiben kann. In dem Kessel selbst soll keine Salzausscheidung statt-

[1]) *B.- u. H. Z.* 1867, **26**, 256.
[2]) *B.- u. H. Z.* 1899, **58**.

Digitized by Google

finden. Hier vollzieht sich nur der Störprozefs. Da der Deckel die Verdampfung verhütet, so scheidet sich im Kessel vorzugsweise Gyps ab. Die Soole wird etwas überhitzt und läfst bei der Abkühlung und Verdampfung in der Planpfanne Salz fallen. Die Soole wird haupt-

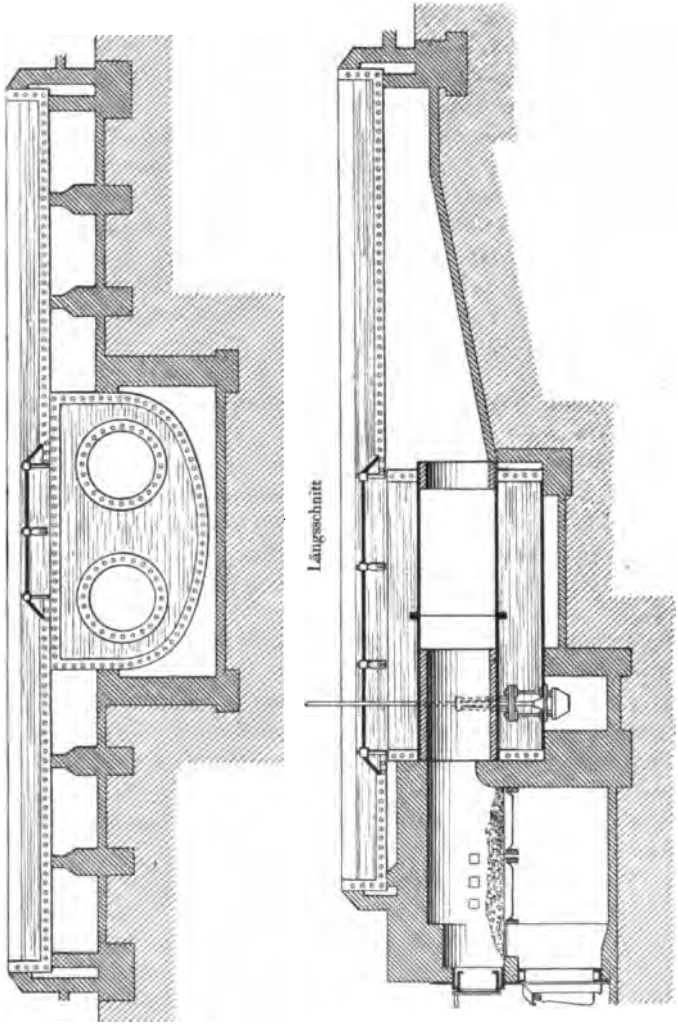


Fig. 262.
Querschnitt

sächlich an dem heifseren Ende nächst der Feuerung unter dem Deckel hervor in die Pfanne treten und am kühleren Ende wieder zurück zum Kessel fliefsen, so dafs eine beständige Cirkulation hervorgerufen wird. Die Planpfanne büfst nichts von der nutzbaren Bodenfläche ein, da sich das Salz auch auf die Abdeckplatten und den Deckel nieder-

Digitized by Google

schlagen kann. Die eingebogenen Deckelränder verhindern, dafs Salz in den Kessel fällt.

Die Vorteile dieser Anordnung, die sich bei jeder gewöhnlichen Flachpfanne ausführen läfst, sollen neben der besseren Ausnutzung der Wärme die Vermeidung von Pfannensteinansätzen in der Pfanne und die Verminderung von Ausbesserungen und von Soolverlusten durch Pfannenlecke sein. Gypsansätze bilden sich vorzugsweise an den Flammrohren und sollen angeblich von diesen schon durch geringe Temperaturveränderungen abspringen und sich in Stücken auf dem Boden des Kessels ansammeln, was nach den Erfahrungen mit andern Soolerhitzern meist nicht zutrifft. Die aus 8 *mm* starkem Blech gefertigten Flammrohre haben eine gröfsere Steifigkeit als die flachen Pfannenböden und werden nicht so leicht uneben. Eine Chamotteverkleidung des vorderen Teiles der Rohre schützt diese vor der Stichflamme. Kommen seltener Pfannenlecke vor, so ist weniger Gelegenheit gegeben, dafs die durch Verbindung des Natriums mit der Kieselsäure des Mauerwerks entstehende Salzsäure ihren zerstörenden Einflufs auf die Pfanne ausübt.

Ausgeführt sind derartige Pfannenanlagen auf der Saline Arnshall, auf den Schweizerischen Rheinsalinen, die 13 Kesselpfannen in Betrieb haben, auf der Saline Schweizerhall, auf den Salinen Luisenhall bei Göttingen, Haras in Lothringen, Ludwigshall bei Wimpfen, auf dem Salzwerke zu Heilbronn und auf einer Salzraffinerie zu Zwyndrecht in Belgien. Auf den Salinen zu Halle und Lüneburg sind derartige Pfannen ohne günstige Betriebsergebnisse gebaut worden.

Die Ausführung der Schweizerischen Salinen ist durch das Eidgen. Patent Nr. 3906 v. J. 1891 geschützt [1]).

Der Betrieb der Kesselpfannen kann kontinuirlich oder intermittirend eingerichtet sein. Zur Soolzuführung in den Unterkessel dient entweder eine von oben eingeführte, bis nahe auf den Boden reichende Zuleitungsröhre, oder ein im Kesselboden angebrachtes Ventil, das die unter den Boden geführte Zuleitungsröhre abschliefst und je nach Bedarf mehr oder weniger geöffnet wird.

Der Erfolg des Betriebes wird von der Reinheit und Sättigung der Soole abhängen. Bei Soolen, die in hohem Mafse Gypsschlamm während des Störens ausscheiden oder durch starkes Sieden im Unterkessel erst zur Sättigung gebracht werden müssen, wird sich der Soolumlauf in Kessel und Pfanne nicht mit der Ruhe vollziehen können, dafs sich der ausfallende Gypsschlamm vollständig im Unterkessel niederschlägt und nicht auch in die Pfanne gespült wird, wo er sich dann dem Salze beimischt. Die Kessel und Pfannen dürfen deshalb nicht zu klein sein. Ungünstige Ergebnisse, die man bei dem Kesselpfannen-

[1]) *Ö. Z.* 1892, **40**, 505.

Digitized by Google

betriebe in Halle und Lüneburg gehabt, werden hier auf die minder reiche, gypshaltige Soole, dort auf zu geringes Pfannenmafs (nur 44,25 *qm* Bodenfläche) zurückzuführen sein. Feines Tafelsalz wird man besser bei reinen Soolen erzeugen können, bei minder reiner Soole wird man sich mit schärferem Korn und der Erzeugung von mittelgrobem und grobem Salz zu begnügen haben.

In Luisenhall bei Göttingen erzeugt man während der ersten zwei bis drei Wochen nach völliger Reinigung der Pfannen von Steinansätzen, also bei gröfster Wärmeübertragung ein scharfkörniges Feinsalz, dann etwa sechs Tage lang mittelgrobes und schliefslich zwei bis vier Tage grobkörniges Salz, worauf Kessel und Pfanne, sowie Feuerzüge gereinigt werden. Man hat danach im Durchschnitt 24tägige Kampagnen. Auf 1 *qm* Pfannenfläche fallen in 24stündiger Siedezeit 70 bis 90 *kg* Salz.

In Rheinfelden erzeugt man in der Regel mittelkörniges (48stündiges) Salz. Die Kampagnen dauern vier bis sechs Wochen. Hier wie dort hat man ein von Schlamm und Pfannenstein freies gutes Salz erzielt.

Als Vorteile der Kesselpfannen werden nach den Erfahrungen in Luisenhall angeführt: Bessere Ausnutzung des Brennstoffs dadurch, dafs durch die Flammrohre eine wesentliche Vergröfserung der Heizfläche gewonnen und Wärme abführendes Mauerwerk erspart wird, sowie dadurch, dafs die Pfannenfläche frei von Stein bleibt, so dafs weniger Wärmeverluste eintreten. Reineres, mit Gyps weniger gemischtes und lockeres Salz von gefälligem Aussehen. Vermeidung der Schäden und Verluste, die die Folge der Bildung von Pfannenstein in den Salzpfannen sind, wie Lecken der Pfannen und Soolverluste, Zerstörung der Pfannenuntermauerung, Heraustreiben des Mauerwerks bei Feuerung und Gebäude, also Verminderung der Ausbesserungsarbeiten. Längere Siedekampagnen und dadurch gleichfalls Brennstoffersparnis.

Die Reinigung der Unterkessel soll keine Schwierigkeiten bieten. Eine richtig gebaute Kesselpfanne soll mehrere Jahre ohne Ausbesserung betrieben werden können.

Die Pfannen haben in Heilbronn 145,2 *qm*, in Rheinfelden 100 und 160 *qm* Bodenfläche, erstere für feineres, letztere für mittelkörniges Salz. Von diesem letzteren (48stündigen Salze) fallen in 48 Stunden auf 1 *qm* Pfannenfläche 100 *kg*. Bei Beginn des Betriebes läfst man nur so viel Soole ein, dafs in der Pfanne die Abdeckung des Kessels eben mit Soole bedeckt ist, das ist ein Soolstand von etwa 15 *cm*. Dann wird scharf gefeuert, so dafs sich die Soole im Kessel, die sich während des Salzausschlagens bis auf 70° *C.* abgekühlt hatte, bis auf 87 bis 88° erwärmt, erst dann läfst man frische Soole kontinuirlich in den Kessel einfliefsen. Alle sechs Wochen werden Pfanne und Kessel gereinigt. Gyps setzt sich in der Pfanne nicht ab, nur Salzstein brennt bei Unachtsamkeit zuweilen auf.

Digitized by Google

Der sich auf der oberen Fläche der Flammrohre in ziemlicher Dicke ansetzende Pfannenstein springt bei gewisser Stärke von selbst ab und fällt in den am Kesselboden angesammelten Schlamm, der nicht fest wird, da der Kesselboden nicht von den Heizgasen bestrichen wird. Das Reinigen der Pfannen dauert vier Tage, dicker Stein springt leicht ab, dünner haftet mehr und mufs losgehämmert werden. In Ecken und Winkeln wird mit Meifsel und Hammer gearbeitet. Auf 100 *kg* Salz werden unter Anwendung von Planrosten etwa $33^1/_3$ *kg* mittlere westfälische Steinkohle verbrannt.

Dafs sich der Pfannenstein auf den Flammrohren nicht in so störender Weise festsetzt, wie auf den Böden flacher Pfannen, mag darauf zurückzuführen sein, dafs sich im Kessel kein Salz mit dem Gyps ausscheidet, der Stein also freier von Salz und spröder ist, deshalb leichter bei der Erhitzung der Flammrohre springt und abgelöst wird und an den runden Flächen der Rohre abgleitet, während er in den Pfannen, auch wenn er sich ablöst, an der Stelle liegen bleibt und Gelegenheit hat, von neuem festzubrennen, wenn er nicht durch Krücken entfernt wird. Er wird auf dem Pfannenboden, wo sich Salz ausscheidet, weit stärker anwachsen und mehr für die Wärmeleitung hinderlich sein, so dafs die Pfannenbleche leichter durchbrennen als die mit dünnerem Pfannenstein bedeckten Kesselrohre.

Die Kesselpfannen scheinen hiernach zur weiteren Einführung im Salinenbetriebe geeignet zu sein. In Rheinfelden gedenkt man sämmtliche Pfannen danach umzubauen.

Bei kleineren Pfannen, schwächerer oder weniger reiner Soole wird man vielleicht Erfolg haben, wenn statt der *Fläschendräger*schen Abdeckung für den Soolzulauf aus dem Kessel in die Pfanne ein Filter mit Baumwollfilterstoff oder Holzwolle eingeschaltet wird, und für feinstes Salz wird man durch Einbauen von Nebenrosten unter der Pfanne für zweckmäfsige Verteilung der Feuerung und ausreichende Erwärmung der Pfanne zu sorgen haben.

Die Flammrohrpfannen bieten immerhin einige Schwierigkeiten in der Reinigung und Entfernung von Ansätzen, sowie in der Ausführung von Ausbesserungen.

Einrichtungen an Flammrohrkesseln, durch die eine bessere Wärmeausnutzung der Feuergase oder ein Schutz der Flammrohre erzielt werden soll, und die zunächst bei Verarbeitung der Laugen in der Kaliindustrie Anwendung gefunden haben, sind durch folgende Patente geschützt:

1. *Th. Neimke* in Leopoldshall bei Stafsfurt. Vorrichtung an Verdampfapparaten zur Erzielung eines raschen Verdampfens und zur Verhinderung des Absetzens fester Körper an den von Feuergasen berührten Flächen. (*D. R.-P.* Nr. 9585 vom 25. September 1879) [1]).

[1]) *P. J.* 1880, **237**, 300.

Digitized by Google

Ueber dem von Feuergasen bestrichenen gewölbten Sattelboden des Verdampfungsgefäfses oder dem durch die Flüssigkeit gelegten Flammrohre *c* (Fig. 263 und 264) wird eine eiserne oder kupferne Kappe *a* so befestigt, dafs an den Seiten ein etwa 5 *cm* breiter Schlitz zum Durchtreten von Soole oder Dampf bleibt. Es soll sich in dem Zwischenraume unter der Kappe Dampf als Wärmevermittler bilden, der dann von Zeit zu Zeit durch die Seitenspalten austritt und die Soole in heftige Wallung versetzt. Dadurch, dafs die Heizflächen nur von Dampf, nicht von den heifsen Feuergasen berührt werden, soll der Pfannensteinansatz verhütet werden. Ansätze an den Feuerplatten sollen durch die starke Dampfentwickelung und die Wallung der Soole verhindert werden. Diese Annahme wird nicht zutreffen, da gypshaltige Soolen bei Verdampfung stets an den heifseren, auch von Dampf geheizten Flächen Gyps und Pfannenstein ansetzen, in welcher Lage sich auch die Flächen befinden. Auch wird der Siedeprozefs verzögert,

Fig. 263.

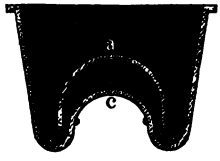


Fig. 264.

da die Verdampfung im vorliegenden Falle durch Zusammenpressen des Dampfes erschwert wird.

2. *F. Fiedler* in Leopoldshall bei Stafsfurt (*D. R.-P.* Nr. 18960 vom Jahre 1881) giebt der Siedepfanne einen sattelförmig gewölbten Boden und legt auf beide Seiten über dem Sattelboden Flammrohre *F* (Fig. 265, a. f. S.). Die Feuergase durchstreichen zunächst den Raum unter dem Sattelboden *S*, steigen an der Stirnwand aufwärts, durchströmen die beiden Flammrohre rückläufig und darauf die beiden Seitenzüge *a* und gelangen dann zur Esse.

Die Wärme wird hierbei vorteilhaft ausgenutzt, die Heizfläche ist im Verhältnis zur Verdunstungsfläche und zu dem umgebenden, zu Wärmeverlusten führenden Mauerwerk beträchtlich vergröfsert und man wird sehr feinkörniges Salz erzeugen können. Indessen ist noch eine geeignete Vorrichtung zum Austragen des Salzes aus den beiden Salzsäcken erforderlich. Die Konstruction macht überdies die Ausführung von Pfannenausbesserungen weit schwieriger als bei Flachpfannen. Als Vorwärmer für Soole unter Benutzung von Abzugsgasen würde sich die Einrichtung verwenden lassen.

3. Bei dem Patente des Salzbergwerks Neustafsfurt in Löderburg bei Stafsfurt (*D. R.-P.* Nr. 37815 vom Mai 1886) ist für Flammrohre bei Verdampfpfannen der Chlorkaliumfabrikation der der vorigen Einrichtung anhaftende Uebelstand beseitigt, dafs sich die

Digitized by Google

Verbindung der Flammrohre mit den Stirnwänden durch die wechselnde ungleiche Ausdehnung lockern kann. Ein mittleres Flammrohr *a* und zwei kleinere neben einander liegende Flammrohre *b* (Fig. 266) sind

Fig. 265.

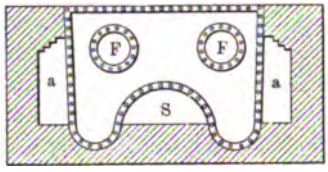
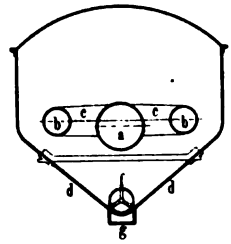


Fig. 266.



nur an einer Stirnwand befestigt. Die kleineren Seitenflammrohre sind mit dem mittleren durch Stutzen *c* verbunden und gegen den Boden durch Winkeleisen abgestützt. Die Feuergase ziehen durch das mittlere Rohr hin und durch die beiden Seitenrohre zurück. Der Boden ist wie bei der *Vogl*schen Pfanne (S. 840, Fig. 280) nach der Mitte abgedacht und trägt in der Vertiefung eine Transportschnecke *f* zum Austragen des Salzes.

Aug. Schulz in Halle hat den Feuerungen bei Flammrohrpfannen eine Einrichtung gegeben, wodurch die Heizkanäle schnell abgekühlt werden können (*D. R.-P.* Nr. 51 970 vom 18. September 1889). Das Feuer wird durch die in den Flammrohren zurückströmenden Rauchgase erstickt und die Pfanne durch die nachströmende kalte Luft schnell

Fig. 267 a.

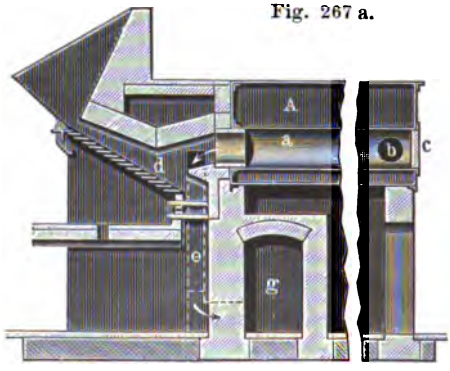


Fig. 267 b.

abgekühlt, so dafs ohne längere Pause mit der Ausführung von Ausbesserungen begonnen werden kann.

Die Einrichtung wird durch die Fig. 267 a und b veranschaulicht. *A* ist die Siedepfanne, *a* ist das Flammrohr, das sich am Ende der Pfanne in zwei Arme *bb* teilt, die zum Fuchse *g* führen. Ein Verschlufs *c* am Ende des Flammrohres ist während des Betriebes

Digitized by Google

geschlossen. Zu beiden Seiten der Feuerung sind Kanäle *e* im Mauerwerk ausgespart, sie führen ebenfalls zum Fuchse *g*, sind jedoch beim Betriebe durch die Schieber *f* verschlossen. Beim Stillstand werden der Verschluſs *c* und die Schieber *f* geöffnet. Kalte Luft strömt dann von *c* durch das Flammrohr *a* und die Kanäle *e* nach dem Fuchs, so daſs durch schnellere Abkühlung Zeit erspart wird.

Ueber die Vorschläge und Versuche, mit oberschlächtiger Feuerung zu sieden oder die Soole mit den Heizgasen zu mischen, siehe das später Mitgeteilte (S. 870 u. f.).

Vorwärmer.

Einrichtungen zum Vorwärmen der Soole sind zweckmäſsig, wenn verfügbare Wärme noch nutzbar gemacht werden soll. Sowohl die Abhitze der Feuergase als auch die Wärme des Abdampfes von Maschinen oder des Brodens kann zu diesem Zwecke benutzt werden. Die Verwendung vorgewärmter Soole hat den Vorteil, daſs sich Stör- und Soggepfannen beim Füllen und Nachschlagen nicht übermäſsig abkühlen, also weniger häufig gröſserem Temperaturwechsel ausgesetzt werden, der auf die Haltbarkeit der Pfannen einen schädigenden Einfluſs hat. Bei kontinuirlichem Soggebetriebe bleibt die Temperatur ziemlich gleichmäſsig und die Salzkörnung leidet nicht durch das Einflieſsen frischer Soole. In den Vorwärmern vollzieht sich teilweise eine Klärung der Soole und auch eine Reinigung von Gyps oder von Eisen. Um diese Vorteile zu erreichen, hat man sogar mitunter Vorwärmpfannen mit besonderer Feuerung eingerichtet (Inowrazlaw, Reichenhall), was aber mit Rücksicht auf den Brennstoffverbrauch nicht vorteilhaft ist. Vorteilhaft ist die Verwendung der Abhitze von Kesselfeuerungen oder Siedepfannenfeuerungen, oder des Maschinenabdampfes und des Brodens.

Auf den meisten Salinen verzichtet man auf das Vorwärmen der Soole, da man auf die Brennstoffersparung kein sehr groſses Gewicht legt. Wo das Brennmaterial teuer ist, wie auf den alpinen Salinen, da hat man sich auch am eingehendsten mit Versuchen und Einrichtungen zum Vorwärmen der Soole befaſst.

In Traunstein sind ebenso wie in Reichenhall (s. S. 787 u. 798), die Vorwärmpfannen mit besonderer Feuerung versehen worden. Vier Siedepfannen von je 83 bis 85 *qm* Fläche sind mit Vorwärmpfannen von je 46 *qm* Fläche versehen. Die von der Abhitze der Feuerungen geheizten Trockenpfannen haben eine gleiche Fläche wie die Siedepfannen. Auf ein Raummeter weiches Holz werden 339 *kg* Salz gewonnen, wobei unter den Vorwärmpfannen $^4/_{10}$, unter den Siedepfannen $^6/_{10}$ des verbrauchten Holzes verbrannt werden. Das Ausbringen ist hiernach nicht sonderlich hoch.

Einrichtungen zum Vorwärmen der Soole hatte bereits die zu

Digitized by Google

Hallstadt im Jahre 1800 gebaute Pfanne[1]). Bei einem Umfange von 58,36 *m* hatte sie einen Fassungsraum von 734,85 *hl*. Der Feuerrost bestand aus fünf bis sechs 15 *cm* starken feuerfesten Bögen, die 13 *cm* von einander abstanden. Die Pfanne ruhte mit 244 Stehern auf der Pfannenstätte. Auf einem von vier steinernen Säulen getragenen Zimmerwerke, wodurch die Pfanne von oben gehalten wurde, war ein Dampfabzug angebracht. Die Feuergase zogen unter der Pfanne her und durch drei Kanäle unter die hinter der Pfanne liegende Nachpfanne und dann in die beiden rechts und links stehenden Schornsteine. Sowohl unter der Nachpfanne als auch unter der Hauptpfanne lagen kupferne Röhren zum Vorwärmen der Soole. Ein Röhrensystem empfing die Soole aus einem hohen Soolreservoir und führte sie in die Hauptpfanne. Ein zweites Röhrensystem liefs die Soole zuerst unter der Nachpfanne, dann unter der Hauptpfanne cirkuliren und war so eingerichtet, dafs die Soole entweder in die Hauptpfanne oder in die Nachpfanne geleitet werden konnte. Das in der Nachpfanne fallende grobe Salz wurde in die Hauptpfanne eingetragen. Auf 1 Raummeter Holz wurden bis zu 487 *kg* Salz gewonnen.

Eine zu Hall im Jahre 1767 gebaute quadratische Pfanne von 64,8 *qm* Fläche und eine zu Hallein bis zum Jahre 1858 betriebene Pfanne von 347 *qm* Bodenfläche waren mit Vorwärmpfannen versehen.

In Ischl[2]) sind von *Balzberg* Vorwärmer eingerichtet worden, die sich gut bewährt haben. Der Vorwärmer ist am Ende der Pfanne im Dunstfange aufgestellt. Er besteht aus drei neben einander stehenden breiten, flachen Kasten *C* (Fig. 268), die aus 4 *mm* starkem Eisenblech zusammengenietet und oben und unten durch Röhren verbunden sind (s. Fig. 269). Die kalte Soole tritt von unten durch eine Röhre ein und durch eine Röhre an der höchsten Stelle vorgewärmt aus. Der Broden bestreicht die Kasten und Röhren von allen Seiten. Die Kasten sind 4 *m* breit, $1^1/_2$ *m* hoch und im Lichten 16 *cm* weit und stehen 16 *cm* von einander ab. Die Heizfläche ist danach etwa 40 *qm*. Oben sind die Kasten mit hölzernen Deckeln geschlossen, damit keine Verdampfung eintritt. Von oben aus lassen sich die Kasten reinigen, was durch Einleiten von Wasser und Abschaben der Wände mittels Drahtbürste geschehen kann. Das Reinigungswasser wird durch die sechs unteren Rohrstutzen *m* abgelassen. Die Kasten sind, um sie vor Rost zu schützen, mit Zinkschutz und einem Mennigeanstrich versehen. Um der Einrichtung die volle Wirkung zu sichern, wurde eine kontinuirliche Pfannenfüllung mit automatisch wirkendem Einlauf der Soole durch einen an einem Ventil *v* mittels Hebel angreifenden Schwimmer *s* eingeführt. Um die Soole gleichmäfsig zufliefsen lassen zu können, ist ein offener Soolkasten *d* so aufgestellt, dafs er mit dem Vorwärmer

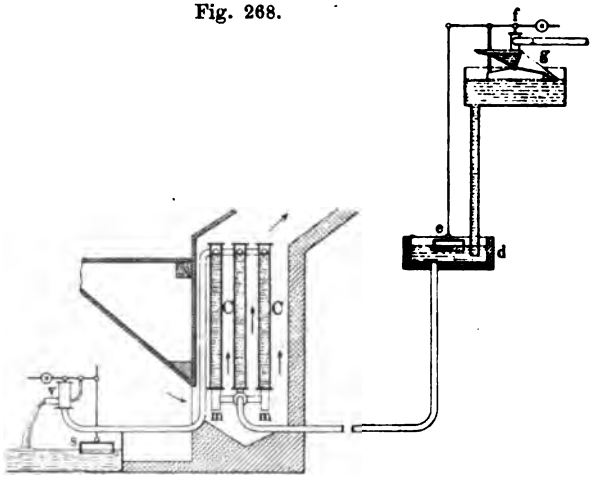
[1]) *C. v. Balzberg*, Preisschrift.

[2]) *Ö. Z.* 1883, 31, 420. *P. J.* 1883, 250, 366.

Digitized by Google

kommunizirt, also den Soolstand in diesem anzeigt. Ein in diesen Soolkasten tauchender Schwimmer *e* öffnet bei sinkendem Soolstande das Ventil *f* der Soolzuflufsöffnung, aus der die Soole zunächst in Mefskippträge fällt, die die Soole in einen darunter stehenden Behälter ausgiefsen. Von diesem fliefst die Soole in den offenen Behälter mit Schwimmer und dann in den Vorwärmer. Die Temperatur der Soole wird um 40° erhöht, nimmt also (bei 0,8384 spezif. Wärme der gesättigten Soole) auf 1 *kg* 0,8384 × 40 = 33,536 *Kal.* auf, und da durchschnitt-

Fig. 268.



lich täglich 18 000 *kg* Salz erzeugt oder 67 672,6 *kg* Soole verbraucht wurden, im ganzen 2 269 468 *Kal.*

Da 1 *kg* Traunthaler Kohle 3000 *Kal.* entwickelt, so sind täglich mindestens $\frac{2\,269\,468}{3000}$ = 656 *kg* Kohle erspart worden, 100 *kg* zu 50 *Kreuzer* sind eine Ersparnis von 3 *Gulden* 28 *Kreuzer* auf die Pfanne, bei 350 Sudtagen also 1148 *Gulden.* Da täglich bei der Pfanne 1220 *kg* Kohle verbrannt werden, so beträgt die Brennstoffersparnis, die durch den Vorwärmer erreicht wird, 6,19 *Pzt.*

Denselben Erfolg, wie mit obigem, hat man in Ischl mit einem Vorwärmer erzielt, der aus einem System auf- und absteigender gufseiserner Röhren besteht. Die Oberfläche mifst 37 *qm*, die Soole fliefst, auf 40° erwärmt, durch den automatischen Füllapparat beständig in die Pfanne. Die Einrichtung läfst sich leicht in schmalen Dunstfängen anbringen. Gyps setzt sich auch bei gypsreicher Soole an den Wandungen nicht ab. Eine Säuberung von Gypsschalen ist also nicht erforderlich. Solch ein Vorwärmer kostet etwa 500 *Gulden*, denen mehr als die doppelte jährliche Ersparnis an Brennstoffkosten gegenübersteht. Im Erzherzog Franz-Karl-Werke zu Ischl hat dieser Vorwärmer bei

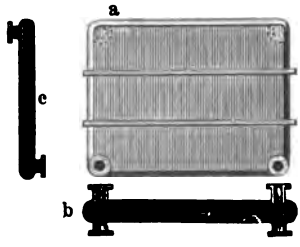
Digitized by Google

fünfjährigem Betriebe keine Ausbesserungen erfordert. Der Asphaltanstrich der Röhren ist vollständig erhalten. Um beim Füllen die Luft entweichen lassen zu können, sind an den oberen Krümmungen der Röhren Luftschrauben angebracht, später sind $^1/_2$ *m* lange Luftröhren aufgesetzt worden, damit etwa mitgeführte Luft entweichen kann [1]).

In höherem Maſse wird der Abdampf von geschlossenen Pfannen in Röhrenpfannen zum Vorwärmen von Soole ausgenutzt werden können, wenn er nicht zur Grobsalzsiedung verwendet werden soll. Da sich dem Abdampfe von geschlossenen Pfannen keine kalte Luft beimischt, so hat er eine höhere Temperatur. Zu beachten ist dabei jedoch, daſs die Einleitung des Abdampfes in Röhrenpfannen den schnellen Abzug des Brodens hindert und damit auch die Versiedung verzögert, ein Nachteil, der durch den Vorteil der höher vorgewärmten Soole in der Regel nicht aufgewogen werden wird.

In Galizien hat man vielerlei Ausführungen von Soolenvorwärmern versucht. Die zwischen Dörrkammer und Esse aufgestellten Nachpfannen, die durch die Abhitze der Feuergase erwärmt wurden, haben sich nicht bewährt, da die Abzugsgase das Pfannenmaterial schnell zerstörten. Nicht minder ungünstig verlief der Versuch, gufseiserne Röhrenstränge in die Essenkanäle einzulegen und durch diese die Soole zu leiten, da auch die gufseisernen Röhren schnell zerstört wurden. Vorwärmpfannen über die Dörrapparate zu stellen, hat sich als unzweckmäſsig ergeben, da dadurch die für die Dörrung des Salzes erforderliche Wärme entzogen wurde. Als brauchbar hat man die oben beschriebenen, in Ischl angewendeten Vorwärmkasten, die in dem Dampfabzugsschlot der Pfanne aufgestellt sind, erprobt, obgleich der Dunstabzug zum Nachteil der Siedung gehemmt wird.

Fig. 269.



Die Gestalt der daselbst verwendeten Kasten ist aus Fig. 269 a, b, c ersichtlich.

Die Anordnung dieser Vorwärmer in dem Dunstfange, sowie die Einrichtung der Pfannen mit Pultöfen und Kanaldarren zeigen die Fig. 270 a, b, c.

Ferner hat man mit gutem Erfolge gufseiserne Röhrenstränge in die unter dem Siedepfannenherd angebrachten Luftgewölbe eingebaut und durch diese die Soole geleitet. Man erreichte dabei eine Vorwärmung bis auf 30° *C.* zum Vorteil für die Siedung. Die Einrichtung ist seit 1891 in ungestörtem Betrieb. Die Gewölbe unter dem Pfannenherd sind mit 30 *cm* hoher Aschenschüttung, darüber mit Ziegelsteinpflaster und Verputz versehen, wodurch stärkere Wärmeverluste

[1]) *C. v. Balzberg*, Preisschrift.

Digitized by Google

aus dem Herde nach dem Fundamente vermieden werden. Die Anordnung und Einrichtung ist aus den Fig. 271 und 272 (a. f. S.) ersichtlich [1]).

Auf der Saline in Reichenhall hat man einen Röhrenvorwärmer neben den Brodenfang eingebaut und läfst den Broden der Siedepfanne die Röhren umspülen.

In einem nach dem Brodenfang offenen Kasten *A* (Fig. 273, S. 828) liegen 40 Röhren von 2 *m* Länge und 75 *mm* Weite horizontal in vier Lagen, in denen die Soole hindurchfliefst. Eine horizontale Scheidewand *a* teilt den Kasten in zwei Abteilungen, die mit einander in Verbindung stehen. In der Verlängerung dieser Scheidewand liegt im Brodenfang eine Klappe *d*, womit dieser völlig abgeschlossen werden kann, so dafs der Broden gezwungen ist, den Weg durch die untere und dann durch die obere Abteilung des Kastens zu nehmen. Er tritt dann über die Klappe wieder in den Brodenfang. Die Soole fliefst der Richtung des Dampfes entgegen durch alle Röhren und erwärmt sich bis auf 50 bis 56° *C*.

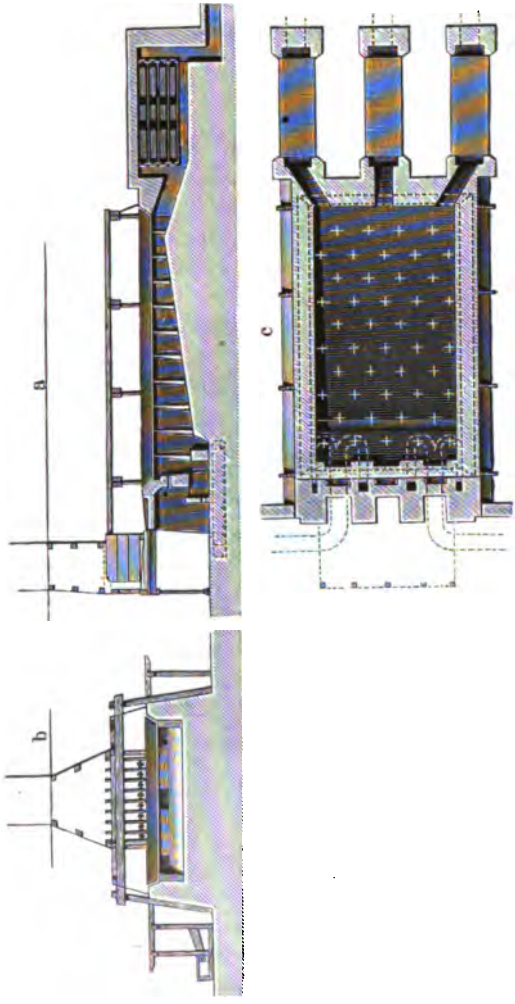


Fig. 270.

Auf der Saline zu Heilbronn werden ähnliche Vorwärmer benutzt, die aus schmiedeeisernen Röhren bestehen. Die Soole erwärmt sich bis auf 47° *C*. Man erspart dabei etwa 4,4 *Pct.* an Brennstoff.

---

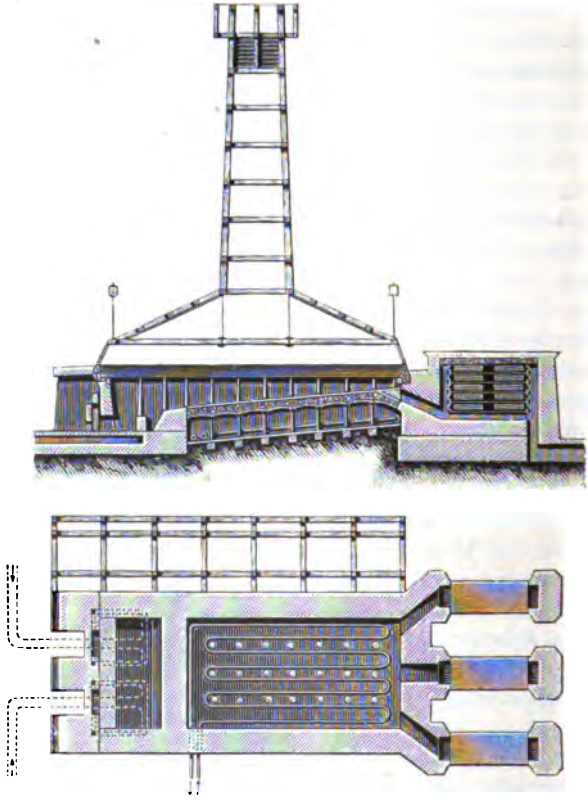
[1]) *E. Windakiewicz*, Fortschritte im galizischen Sudhüttenwesen. *Ö. Z.* 1896, **44**, 289 u. f.

Digitized by Google

Die Vorteile und die Zweckmäfsigkeit der Verwendung der Abhitze der Feuerungen und des Abdampfes zur Vorwärmung der Soole hat *v. Balzberg* untersucht [1]). Er kommt dabei zu folgenden Ergebnissen.

Während in dem Abdampf der Pfannen eine überschüssige Wärmemenge, aber eine zu geringe Temperatur enthalten ist, haben die Abzugsgase zwar eine hohe Temperatur, aber eine zu geringe Wärme-

Fig. 271.



menge, um das erforderliche Mafs von Soole hinreichend vorzuwärmen. In keinem dieser beiden Wärmeträger für sich ist das Mittel zu genügender Vorwärmung gegeben. Nur wenn beide in Verbindung gebracht werden, ist eine ausgiebige Wärmequelle geschaffen.

Die Traunthaler Kohle giebt bei der Verbrennung mit beträchtlichem Luftüberschusse Abzugsgase, die eine Endtemperatur von 200° *C.* haben, wenn sie die Sudpfannen verlassen. Die Gase bestehen aus 11,93 *Tln.* Kohlensäure (*K*), 7,87 *Tln.* Sauerstoff (*O*), 80,20 *Tln.* Stickstoff (*N*).

[1]) *C. v. Balzberg*, Preisschrift 1888.

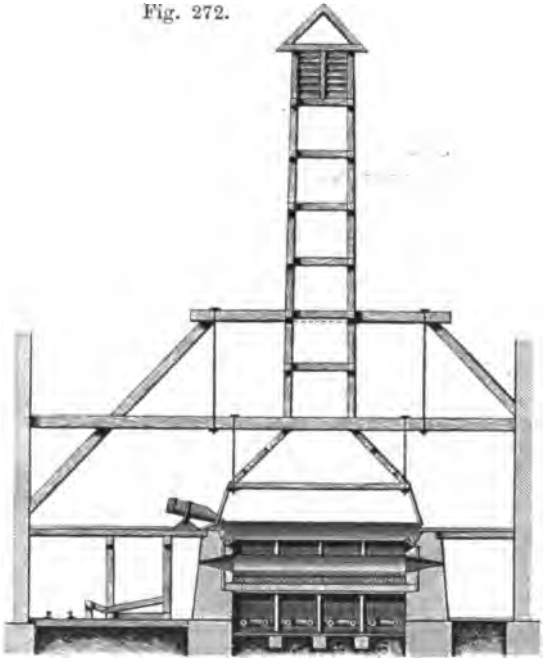
Digitized by Google

Die Kohle besteht nach einer Analyse aus

37,88 *Pzt.*	Kohlenstoff,	11,04 *Pzt.*	Asche,
1,29 „	Wasserstoff,	49,79 „	Wasser.

Daraus berechnet sich die Kohlensäuremenge, die sich aus 1 *kg* Kohle entwickelt, zu $1{,}854 \times 0{,}3788 = 0{,}7022$ *cbm*.

Fig. 272.



1 *kg* Kohle ergiebt sonach

Kohlensäure	$= K$	$= 0{,}7022$ *cbm*
Sauerstoff	$= K\frac{O}{K} = 0{,}7022\,\frac{7{,}87}{11{,}93}$	$= 0{,}4635$ *cbm*
Stickstoff	$= K\frac{N}{K} = 0{,}7022\,\frac{80{,}20}{11{,}93}$	$= 4{,}7238$ *cbm*
	zusammen	5,8895 *cbm*.

Aus der Gasanalyse ergiebt sich ein Luftüberschufs von

$$\frac{21}{21 - 79\,\frac{O}{N}} = \frac{21}{21 - 79\,\frac{7{,}87}{80{,}20}} = \frac{21}{13{,}25},$$

das ist das 1,59 fache der theoretisch erforderlichen Luftmenge. Erforderlich sind theoretisch 3,71 *cbm* Luft. Es sind sonach $3{,}71 \times 1{,}59 = 5{,}9$ *cbm* oder $5{,}9 \times 1{,}294 = 7{,}65$ *kg* Luft verbraucht worden. Diese Luft enthielt bei 20° *C.* $7{,}65 \times 0{,}017 = 0{,}1301$ *kg* Wasserdampf. Die Abzugsgase von 1 *kg* Kohle enthielten also

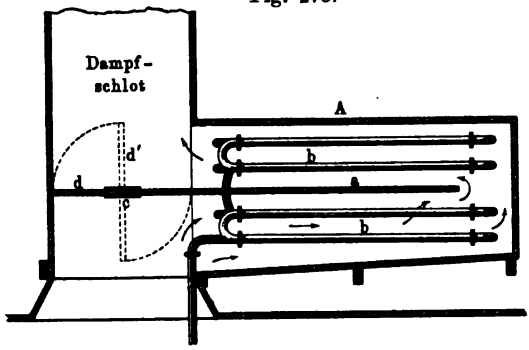
Digitized by Google

Wasser aus der Kohle . . . . . 0,4979 *kg*,
infolge von Wasserstoffverbrennung . . . . 0,1161 „
aus feuchter Verbrennungsluft . . . . . 0,1301 „

zusammen 0,7441 *kg* $= \frac{0,7441}{0,8048} = 0,924$ *cbm*

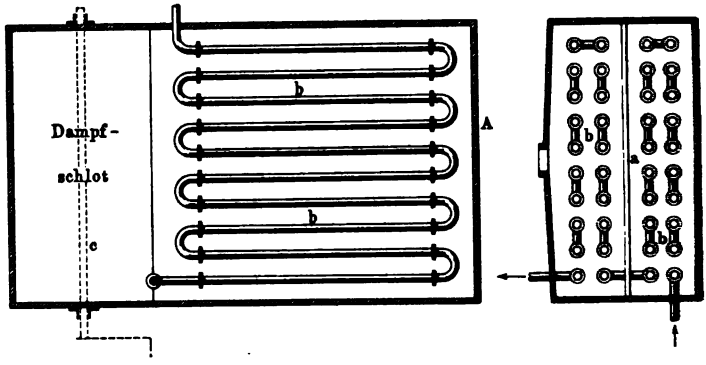
Wasserdampf.

Fig. 273.



Da aus der Wärme der Abzugsgase 100° *C.* für die Esse übrig bleiben müssen, so bleiben für die Vorwärmung 100° zur Verfügung.

Die Wärmemenge für 100° obiger Abzugsgase berechnet sich wie folgt.



	cbm		Grade		specif. Wärme[1])		Wärme-einheiten
Kohlensäure	0,702	×	100	×	0,429	=	30,1
Sauerstoff	0,463	×	100	×	0,311	=	14,4
Stickstoff	4,724	×	100	×	0,306	=	144,5
Wasserdampf	0,924	×	100	×	0,387	=	35,7
							225

Da hiervon etwa 20 *Pct.* verloren gehen, so bleiben für die Vorwärmung aus 1 *kg* Kohle 180,4 *W.-E.* Da mit 1 *kg* Kohle 1,30 *kg* Salz

[1]) Das Gewicht von 1 *cbm* der Gase bei 760 *mm* Druck und 0° *C.*, sowie die spezif. Wärme von 1 *kg* der Gase sind dabei wie folgt angenommen:

	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff	Wasserdampf
Gewicht von 1 *cbm* in *kg* . .	1,9774	1,4298	1,2562	0,8062
Spezif. Wärme von 1 *kg* . . .	0,2169	0,2175	0,2438	0,4805

Digitized by Google

erzeugt werden kann, so kommt bei 26 *pct.* Soole auf 1 *kg* Kohle 5,15 *kg* oder 4,28 *Liter* Soole. Ist deren spezif. Wärme 0,8384, so sind zur Erhöhung der Temperatur um 1° 0,8384 × 5,15 = 4,32 *W.-E.* nötig. Es könnte also mit obiger Wärmemenge von 180,4 *W.-E.* die Soole nur um $\frac{180,4}{4,32} = 41$ Wärmegrade in der Temperatur erhöht werden.

Eine der Siedetemperatur sich nähernde Vorwärmung ist also damit nicht möglich.

Ist jedoch die Soole zunächst durch den Abdampf bis auf etwa 35° vorgewärmt, so kann sie durch die Abzugsgase noch auf 76° erwärmt werden, so dafs eine Brennstoffersparnis von 11 bis 15 *Pct.* damit erreicht wird, wenn die Abhitze für die Trocknung entbehrlich ist.

Vorwärmer mit Heizung durch Abzugsgase könnten als Kasten aus Holz oder Cement hergestellt werden, durch die weite eiserne Röhren gelegt werden. Auch werden Flammrohrpfannen mit Verschlufsdeckel dazu verwendet werden können. Voraussetzung ist dabei, dafs die Abzugsgase nicht solche Beimischungen haben (schweflige Säure, Chlorwasserstoffsäure), die das Eisen zerstören.

In solchen Vorwärmern wird sich infolge der höheren Temperatur Gypsschlamm in stärkerem Mafse absetzen, so dafs sie häufiger der Reinigung bedürfen.

Bei der Verwendung des Pfannenbrodens zum Vorwärmen der Soole ist zu beachten, dafs die Abdämpfe offener Siedepfannen nur eine Temperatur von etwa 60 bis 70° *C.* haben, die Soole im Vorwärmer also auch nicht höher erwärmt werden kann. Die im Dampfe enthaltene Wärme wird dabei sehr wenig ausgenutzt. Wenn in 1 *cbm* = 1200 *kg* Soole 320 *kg* Salz und 880 *kg* Wasser enthalten sind, so werden, da 1 *kg* Dampf von 65° 627 *W.-E.*[1]) hat, 880 *kg* Wasserdampf 627 × 880 = 551 760 *W.-E.* haben. Um 1 *cbm* Soole von 15° auf 65° zu erwärmen, sind, wenn die specif. Wärme der Soole 0,8384 ist

$$1200 \times 50 \times 0,8384 = 50\,304 \text{ } W.\text{-}E.$$

erforderlich, so dafs von der Wärmemenge des Dampfes über 500 000 *W.-E.* oder $^{10}/_{11}$ unbenutzt bleiben. In Wirklichkeit wird die Vorwärmung 65° nicht erreichen, so dafs die Ausnutzung noch geringer ist. Immerhin ist es wertvoll, wenn man sonst den Dampf ins Freie entlassen würde, dafs man einen Teil der Wärme noch nutzbar machen kann.

Vorwärmer dieser Art eignen sich bei kontinuirlichem Zufluſs der Soole zur Pfanne. Bei periodischer Pfannenfüllung müfste der Vorwärmer den Fassungsraum der Siedepfanne haben, so dafs eine ganze Pfannenfüllung aufgespeichert werden könnte. Ein hierzu passender Vorwärmer könnte in Gestalt eines gröfseren Holzbassins über dem Siederaum aufgestellt sein. Aus dem Boden laufen Cirkulirröhren

[1]) Nach *Regnault* ist die Wärmemenge des Wasserdampfes 605,5 + 0,305 *t* *W.-E.*, also für $t = 65° = 626,3$ *W.-E.*

Digitized by Google

in den Brodenfang, die die in den Röhren erwärmte Soole an einer höheren Stelle des Bottichs zurückfliefsen lassen, so dafs die Soole des Holzbassins in beständigem Umlauf bliebe, bis sie sich allmählich auf die im Dunstfange herrschende Temperatur erwärmt hätte und dann zum Nachschlagen oder zu frischer Pfannenfüllung bereit wäre.

Für die Cirkulirröhren ist dann folgende Heizfläche zu berechnen. Faſst die Pfanne 40 *cbm* 24 *pct.* Soole mit 280 *kg* Salz und 901,5 *kg* Wasser und ist diese in 24 Stunden von 10 auf 40° zu erwärmen, so sind dafür, wenn die spezif. Wärme der Soole 0,8520 ist, 1181,5 × 40 × 30 × 0,8520 = 1 207 966 *W.-E.* erforderlich.

Können nun in einer Stunde 1500 *W.-E.* auf 1 *qm* Heizfläche übergeführt werden, in 24 Stunden also 36 000, so ist eine Heizfläche von $\frac{1\,207\,966}{36\,000} = 34$ *qm* erforderlich.

Auch könnte einer der zu kontinuirlichem Soolzufluſs geeigneten Vorwärmer benutzt und die Soole vor Wärmeverlusten möglichst geschützt in einem Vorratsbassin angesammelt werden.

Mechanische Salzaustragevorrichtungen.

Die mechanischen Krück- und Austragevorrichtungen bezwecken, das Aufbrennen von Schlamm und die Bildung von Pfannenstein zu verhindern, das Salz aus der Pfanne an den Pfannenbord zu bringen, mitunter auch noch auf die Abtropfbühnen und zu den Salztrocknungseinrichtungen zu schaffen, meist jedoch nur, das niedergefallene Salz so zu sammeln, dafs es mit der Hand, ohne dafs ein Krücken erforderlich ist, ausgeschlagen werden kann.

Mechanische Salzkrückvorrichtungen sind dann erforderlich, wenn man mit geschlossenen Siedepfannen arbeiten muſs, um den Abdampf, den Broden, möglichst unvermischt mit Luft noch für den Siedeprozeſs nutzbar machen zu können. Bei offenen Pfannen haben sich alle Krück- und Austragevorrichtungen bis jetzt nicht als so zweckmäſsig erwiesen, dafs sie die Handarbeit mit Vorteil ersetzen könnten.

Die Austragevorrichtungen sind entweder für Flachpfannen eingerichtet, oder sie erfordern hohlgewölbte, cylindrische, spitzwinkelige oder trichterförmige Abdampfpfannen oder Verdampfungskessel.

Vorrichtungen zum Salzaustragen für Flachpfannen.

Die *Jump*sche Patent-Cirkular-Pan[1]) gehört zu den ältesten Einrichtungen, die mit einer mechanischen Vorrichtung zum Salzaustragen versehen sind. Die Pfanne ist eine Rundpfanne. Sie ist besonders in England eingeführt. In Schönebeck sind zwei Pfannen dieser Art gebaut (Fig. 274a u. 274b), die hier besonders den Zweck haben, die Soole für Grobsalzpfannen gar zu stören, zugleich aber ein sehr feines

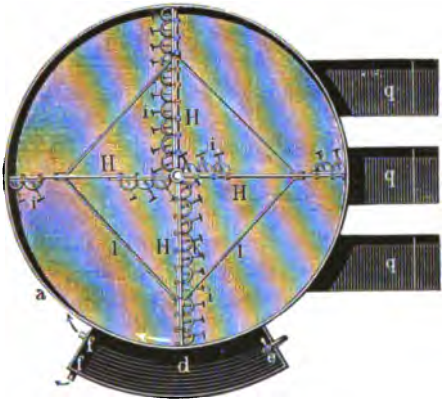
[1]) *Warth*, *a. a. O.*, S. 116 (s. S. 800).

Digitized by Google

Tafelsalz liefern. Die Pfannen haben einen völlig geschlossenen Mantel, da der Broden abgesogen und zur Erwärmung der Grobsalzpfannen benutzt wird.

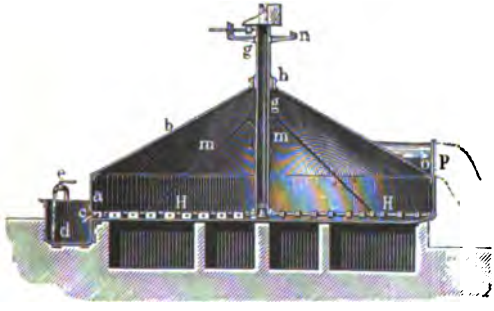
Durch ein Rührwerk wird zunächst der Schlamm, das Krücksalz und dann das ausfallende Salz beständig vom Boden an den Rand der Pfanne geschafft, die an einer Seite mit einem Austragekasten (Tasche) versehen ist, wo sich das Salz ansammelt und von wo es von den Arbeitern ausgeschlagen und zu den Trockenvorrichtungen gebracht wird. Die Bildung von Pfannenstein wird durch das Rührwerk erschwert. Infolge der beständigen Bewegung der Soole bei lebhaftem Sieden zu kräftiger, nachhaltiger Heizdampferzeugung schlägt sich sehr feines Salz nieder.

Fig. 274 a.



Auf *Falks* Werk in England hat die Rundpfanne 6,3 *m* Durchmesser und 70 *cm* Bordhöhe. Sie ist mit 7,6 *cm* (3 *Zoll*) starken Holzbohlen zugedeckt. An einer Seite liegt der Abzugskanal für den Dampf. Geheizt wird mit zwei Feuern, von denen jedes eine Hälfte bestreicht. In Schönebeck haben die Pfannen 6,5 *m* Durchmesser und 1 *m* Bordhöhe. *a* (Fig. 274 a u. b) ist der Bord, *b* der die Pfanne kegelförmig schliefsende Eisenblechmantel, in dem sich ein Schlitz *c* von 1,5 *m* Länge und 12 *cm* Höhe befindet. Durch diesen Schlitz steht das Pfanneninnere mit dem 4 *m* langen, 1 *m* breiten und 1 *m* tiefen Kasten *d* in Verbindung. Der Kasten ist an einer Längsseite mit dem Pfannenboden vernietet. *e* ist ein Hahn zum Einlassen frischer Soole durch den Kasten *d*, die dann die Pfanne bis auf eine Höhe von etwa 25 *cm* füllt. *f* sind Öffnungen dicht über dem Boden des Kastens, die dazu dienen, die gar gestörte Soole nach den Grobsalzpfannen abzulassen.

Fig. 274 b.



Das Rührwerk, wodurch das Salz aus der Pfanne durch den Schlitz *c* dem Kasten *d* zugekrückt wird, hat folgende Einrichtung.

Digitized by Google

Eine senkrechte Welle *g* ist in der Mitte des Pfannenbodens verlagert, sie geht im Mantel durch die Stopfbüchse *h* und wird über dem Mantel durch ein Zahnradgetriebe *n* von einer Triebwelle aus, die für mehrere Pfannen zugleich in Wirksamkeit treten kann, in Bewegung gesetzt. Dicht über dem Fufslager trägt die Welle ein vierarmiges Kreuz aus Schmiedeeisen oder Gufseisen. Die vier Arme *H* sind durch einen eisernen Ring oder durch vier Steifen *l* und die Befestigungsanker *m* verbunden und festgehalten. Die Arme tragen je eine kürzere auf dem Boden schleifende Stange, an denen kleine Krückschaufeln (*rakers*) anhängen, die nach oben und unten etwas beweglich sind und so den Unebenheiten des Bodens folgen können. Jede Stange zieht fünf oder sechs etwa 50 *cm* lange Krückschaufeln hinter sich her. Die Krücken sind so verteilt, dafs bei einer einmaligen Umdrehung der Welle sämmtliche Teile des Bodens von den Schaufeln bestrichen werden. Die Stellung der an den Armen hängenden Stangen und damit auch der Schaufeln weicht von der Radialrichtung etwas ab, so dafs das Salz allmählich dem Borde zugeschoben wird. Die letzten Krückschaufeln an der Peripherie befördern das Salz in den Austragekasten. Nach der Einrichtung in Schönebeck sind die Krücken *i*, die aus 21 *cm* breiten und 16 *cm* hohen Blechstücken bestehen, an beweglichen Bügeln *k* mit den Armen verbunden und etwas anders verteilt. Durch die Bügel ist ein Ausweichen der Schaufelbleche bei Hindernissen möglich gemacht.

Ein am Ende angebrachter und senkrecht stehender Schaber löst das Salz von den Borden los und verhindert, dafs es sich hier ansammelt und dafs es anbackt. Er steht etwa 7 *cm* vom Bordenrande ab. Damit das Salz auch aus den kleinen Vertiefungen des Blechbodens, besonders bei Verkrümmungen, die sich infolge der starken Beheizung einstellen, weggenommen wird, ist noch eine über den Boden schleifende Kette angebracht. Die Übernietung der Bleche ist so ausgeführt, dafs die Krücken von dem überlagernden Blech auf das untergreifende gezogen werden und an den Kanten nicht hängen bleiben können. Sollte dennoch einmal ein Widerstand eintreten, der Brüche hervorrufen würde, so setzt das Getriebe aus, da das konische Zahnrad auf der horizontalen Haupttriebwelle lose aufsitzt und nur durch einen Frictionsring, der an eine auf der Welle festsitzende Scheibe angedrückt ist, mitgeführt wird. Die Hauptwelle macht 8, das Rührwerk $2^1/_2$ Umdrehungen in der Minute. Alle drei Stunden ist der Sumpf gefüllt. Da die Öffnung, die zum Austragekasten oder Sumpf führt, unter dem Soolspiegel liegt, so entweicht hier kein Dampf, auch kann keine Luft in die Pfanne eintreten. Das Salz wird in einen Karren mit doppeltem Boden geschöpft, die Soole fliefst in den Sumpf zurück. Während des Betriebes wird Soole beständig nachgeschlagen, so dafs der obere Rand des Schlitzes nicht aus der Soole heraustaucht, sondern dafs ein dampf- und luftdichter Abschlufs bleibt.

Digitized by Google

Mit diesen Rundpfannen werden wöchentlich 24 000 *kg* feinstes Patentbuttersalz erzeugt. Das Salz kommt in England nur durch längeres Ablagern in den Magazinen getrocknet in den Handel. Die zu den Rundpfannen gehörigen Dampfpfannen liefern je 8000 *kg* Salz wöchentlich. Aufserdem wird von der Abhitze der Feuerungen mehrerer Rundpfannen auch noch eine Rauchpfanne betrieben.

In Schönebeck besteht der Boden der Rundpfanne aus 50 *cm* breiten quadratischen Stahlblechen, die an den Rändern zugeschärft, über einander gelegt und mit Doppelreihen von Nieten mit flachen versenkten Köpfen verbunden sind. Der Mantel ist mit einem Gemenge von Häcksel und Lehm und der Borden mit einer Ziegelsteinschicht zur Verhütung von Wärmeverlust umgeben.

Jede Rundpfanne hat drei Treppenroste *q* (Fig. 274 a) mit Ventilatorunterwind. Sie haben jeder $1^1/_8$ *m* Länge, $^1/_2$ *m* Breite und 0,7 *qm* wirksame Rostfläche. Die Roste sind um 32° geneigt. Die Züge führen die Verbrennungsgase von der Rundpfanne unter dahinter liegende Grobsalzpfannen und Trockenpfannen, und auch der Abdampf der Rundpfannen wird unter zwei Grobsalzpfannen geleitet.

Die Anordnung ist so, dafs in der Mitte des Siedehauses (Siedehaus Lindig) die beiden Rundpfannen stehen, zwischen denen sich die gemeinsame Feuerküche befindet, zu beiden Seiten liegen je zwei Grobsalzpfannen, und zwar auf der einen Seite zwei Rauchpfannen, auf der andern zwei Dampfpfannen. Da die Feuergase der einen Rundpfanne noch eine hinter der Grobsalzpfanne liegende Trockenpfanne von 96 *qm* Fläche heizen müssen, so ist die Grobsalzpfanne hier nur 50 *qm* grofs, während die übrigen sämmtlich 125 *qm* Bodenfläche haben. Die Dampfpfannen erhalten aufser dem Broden noch Heizdampf von dem Trockenapparate (Tellerapparat, s. S. 849) für Feinsalz. Die Essen für die Feuerung sind 20 *m* hoch und $1^1{}_8$ *m* weit. Jede Rundpfanne liefert in 24 Stunden für beide Grobsalzpfannen einmal gare Soole.

Die Wirkung ist dem Brennstoffaufwand nach sehr günstig. Auf 10 000 *kg* Salz werden nur 160 bis 200 *hl* (auf 100 *kg* Salz etwa 112 bis 140 *kg*) Braunkohle verbrannt.

Die Pfannen liefern gutes feines Salz. Das Aufbrennen von Pfannenstein kann auch trotz sorgfältigster Einrichtung des Rührapparates nicht verhütet werden. An den Gelenken der Krücken setzt sich Gyps und Pfannenstein an und stört die Beweglichkeit der Krückschaufeln, so dafs sie dann nicht immer den Boden berühren. Der Pfannenboden mufs deshalb häufig, längstens alle vier Wochen gereinigt, gerichtet und ausgebessert, der Rührapparat von Ansätzen befreit werden.

William Shedlock in London hat für Rundpfannen nach dem ihm erteilten Patente (*D. R.-P.* Nr 98 976 vom 9. Dezember 1897) die Einrichtung getroffen, dafs das in die seitliche Tasche durch ein Rührwerk beförderte Salz mittels eines Becherwerkes ausgeschöpft und in Formen,

Digitized by Google

Abtropfkasten oder Körbe gestürzt wird, die sich an dem Umfange eines über der Pfanne schwebenden drehbaren Kranzes befinden. Die Soole tropft sogleich in die Pfanne zurück; Verluste an Soole, verschüttetem Salze und an Wärme werden dadurch vermindert. Das in

Fig. 275a.

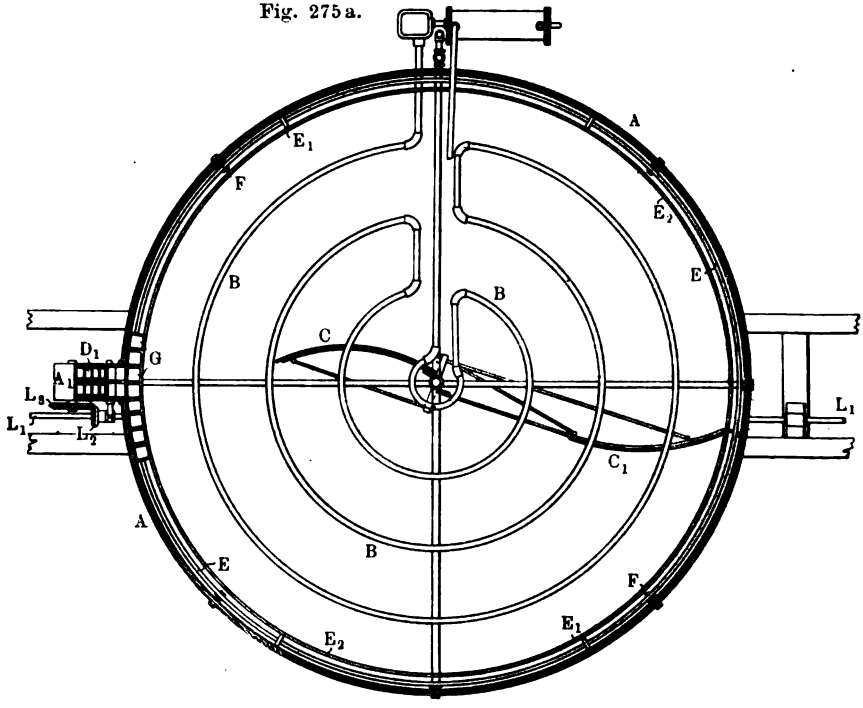
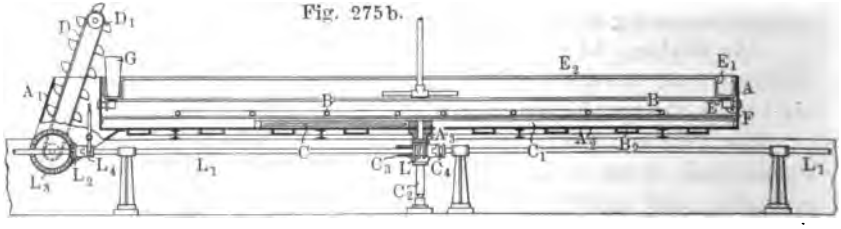


Fig. 275b.



Formen gefüllte Salz wird nach dem Abtropfen so viel Zusammenhalt haben, dafs es als geformtes Salz behandelt und getrocknet werden kann.

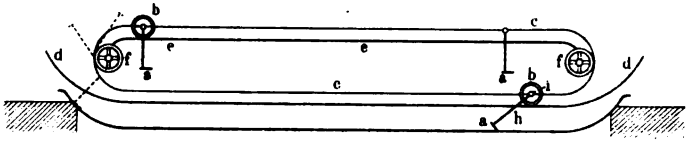
Die Einrichtung ist folgende [1]). In der Rundpfanne *A* (Fig. 275 a und 275 b) wird die Soole durch eine Dampfschlange *B* und eine Anzahl unter dem Boden angebrachter Dampfkammern B^2 zum Sieden gebracht.

[1]) *B.- u. H. Z.* 1899, 58, Nr. 52.

Digitized by Google

Das ausfallende Salz wird durch eine unter der Dampfschlange sich bewegende Rühr- und Schabevorrichtung CC^1 in die Tasche A^1 befördert. Aus der Tasche A^1 schöpft das Becherwerk DD^1. Der drehbare Kranz, der die Salzkübel oder Körbe aufnimmt, besteht aus einem unteren, auf den Rollen F laufenden Ringe E, auf dem die Kübel aufstehen, und zwei oberen Ringen E^2, die mit dem unteren Ringe E durch Bügel E^1 verbunden sind. Diese oberen Ringe halten die Salzkübel von beiden Seiten. Die Kübel G werden hinter einander in den Kranz eingesetzt. Die Antriebwelle L^1 setzt mittels des Schneckenrades C^3 und der Schnecke L die auf der Achse C^2 befestigte Schabevorrichtung in Umdrehung. Die Achse ist durch den Boden A^2 der Pfanne in einer Stopfbüchse A^3 geführt. Durch ein Kegelräderpaar $L^2 L^3$ wird das Becherwerk bewegt. Um den Schaber oder das Becherwerk aufser Betrieb setzen zu können, sind Kuppelungen $C^4 L^4$ angebracht. Der Kranz mit den Salzkübeln wird mit der Hand in Umdrehung gebracht. Auch kann der untere Ring des Kranzes mit einem Zahnkranze versehen und mittels einer durch den Pfannenbord in einer

Fig. 276.



Stopfbüchse geführten Kurbel mit Kegelrad gedreht werden. Aus den Bechern D fällt das Salz in die Kübel G und, soweit diese es nicht aufnehmen, in die Pfanne zurück.

Die Gefäfse, die das Salz zum Abtropfen aufnehmen, können auch nach Art von Hängewagen an einer über der Pfanne angebrachten Ringschiene laufen. Die gefüllten Gefäfse werden, wenn sie eine Umdrehung gemacht haben und genügend abgetropft sind, mit der Hand abgehoben und geleert.

Das Verfahren wird bei der Herstellung von *lumps* in England zweckmäfsig sein können. Bei Feinsalz, das in Centrifugen getrocknet wird, wird das Becherwerk zur Aufgabe des Salzes in die Centrifugen dienen können. Eine unter dem Becherwerk laufende Kandel oder eine Lutte, in der das Becherwerk geführt wird, läfst dann die abtropfende Soole in die Pfanne zurücklaufen. Dabei kann das Salz zugleich ausgewaschen oder einem Reinigungsverfahren nach dem Patente von *Th. Craney* (s. S. 869) unterworfen werden.

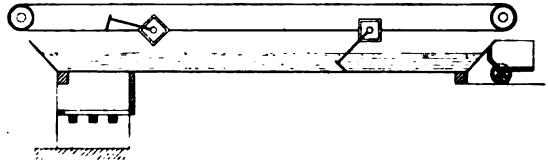
Hammer und *Davis* haben in den Wingham-Saltworks bei Northwich für rechteckige Pfannen eine Krückvorrichtung ausgeführt, die später verbessert worden ist (Fig. 276). Eine Reihe von Krücken werden von der schmalen Feuerseite der Pfanne nach der Austrageseite geführt, wo sie das Salz über den schrägen Bord auf eine Bühne

Digitized by Google

ziehen, und gelangen dann über den Soolspiegel weg wieder nach der Feuerseite. Die eisernen Krücken (*rakers*) *a* hängen an einer horizontalen eisernen Stange. Diese ist durch Eisenstangen *h* mit der eisernen Achse *i* verbunden, die durch zwei Laufrollen *b* auf eisernen Schienen geführt wird. Durch zwei Ketten ohne Ende *c*, die an jeder Längsseite der Pfanne hinlaufen, wird der Krückapparat auf dem unteren Laufgleise *d* hin- und auf dem oberen Gleise *e* zurückgeführt. Sobald die Laufrollen an den Antriebscheiben *f* für die Ketten angelangt sind, werden sie mit dem Krückapparat nach oben auf das obere Geleise geführt, und die Krücken heben sich aus der Soole heraus und gelangen, nach unten hängend, an die Feuerseite zurück. Hier wird der Apparat über einen Walzbaum geführt, er überschlägt sich so, dafs die Krücken mit grofser Kraft nach unten fallen und von dem der Bewegungsrichtung der Krücken entsprechend gebogenen Feuerborde etwaige Ansätze entfernen und dann von neuem über den Pfannenboden schleifen.

Eine Abschliefsung des Dampfraumes ist hierbei nicht gut ausführbar. Unzweckmäfsig ist die Kettenführung in dem Dampfraume

Fig. 277.



und der heftige Schlag der Krücken auf den Pfannenboden, worunter die Vorrichtung selbst und die Pfannen leiden müssen. Aus diesen Gründen ist der Apparat wie folgt abgeändert worden. Die Ketten hat man durch Drahtseile ersetzt und eine hin und her gehende Bewegung in der Weise eingerichtet, dafs sich der Krückapparat aus der Soole hebt und beim Rückgang etwa eine horizontale Lage einnimmt, sich also am Feuerborde nicht zu überschlagen braucht (Fig. 277). Der Apparat wird durch das Drahtseil mit drei verschiedenen Geschwindigkeiten bewegt: mäfsig schnell beim Ankrücken, langsam beim Hinaufziehen des Salzes über den Pfannenbord und schnell beim Zurückgehen. Die mit den Drahtseilen an beiden Enden verbundene horizontale Stange, die den Krückapparat trägt, ist mit einem starken, vierkantigen hölzernen Mantel umgeben. Auf einer Kante des Mantels liegen die Krückstangen auf, sobald sich der Mantel etwas dreht, der dann die Krückstangen trägt. Die Drehung wird hervorgerufen durch einen in der horizontalen Achse des Krückapparates befestigten Stehbolzen, der beim Rückgange gegen einen Hängebolzen stöfst und dadurch den Mantel zu einer Drehung zwingt, die Krücken aus der Soole hebt und in dieser Stellung durch eine Arretirung festgehalten wird. Am Feuerende der

Digitized by Google

Pfanne stöfst der Stehbolzen an einen Anschlag, wodurch die Arretirung gelöst wird, die Krücken fallen dann wieder auf den Pfannenboden. Der Apparat läuft, wie bei der erst beschriebenen Einrichtung, mit Laufrollen auf Schienen. Das obere Schienengeleise fällt dabei weg.

Um die Veränderung der Bewegungsgeschwindigkeit hervorzurufen, sind von der Antriebwelle zur Seilscheibenwelle drei Riemen für die Bewegungsübertragung angebracht, von denen jeder für sich wirksam wird, wenn die beiden andern auf Leerscheiben geschoben sind. Dadurch, dafs der Holzmantel an der Stelle, wo sich die Bewegungsänderung vollziehen soll, an ein Hebelwerk schlägt, wird der entsprechende Riemen auf die Vollscheibe und der bisher thätige Riemen auf die Leerscheibe geschoben.

Mit dieser Einrichtung ist die Arbeit des Handkrückens am meisten nachgeahmt. Gelenke, die in der Soole durch Steinansätze steif werden, sind nicht vorhanden. Das umständliche Hebelwerk, die vielen Riemenübertragungen, bei denen sich die Riemen in der Dunstluft dehnen, sind unvorteilhaft und verursachen häufig Störungen im regelmäfsigen Gange des Krückens. In der Pfanne zu Wingham wird mittelgrobes Salz gewonnen.

Gutton hat auf der Saline zu Rosières eine Pfanne mit hin und her gehendem Krückwerk eingerichtet, bei der das Salz an beiden Bordseiten ausgetragen wird. Die Pfanne ist 3 *m* breit und 8 *m* lang, sie arbeitet auf Feinsalz. Zum Ansammeln des Salzes befinden sich an den beiden schmalen Seiten der Pfanne Sümpfe, aus denen das Salz mit der Hand ausgehoben wird. Die Krückrechen werden durch Ketten ohne Ende bewegt. Durch Riemenantrieb wird der Apparat in Bewegung gesetzt. Das Umwechseln der Vor- und Rückwärtsbewegung wird dadurch hervorgerufen, dafs ein in der Kette befestigter Bolzen auf ein mit Gegengewicht belastetes Hebelwerk drückt und dadurch den einen Riemen aus- und den andern einschaltet.

Damit die Krücken glatt über den Boden schleifen, sind die Pfannenbleche nicht über einander geblattet, sondern sie stofsen stumpf an einander und sind auf untergelegten T-Eisen durch Niete mit versenkten Köpfen befestigt.

Der Pfannenboden wird bei dieser Einrichtung gut rein gehalten. Bei 18 monatigem Betriebe war keine Pfannenausbesserung erforderlich. Der Bewegungsmechanismus ist einfacher als bei den zuletzt beschriebenen Einrichtungen. Die Vorrichtung war nicht lange in Betrieb, da der Mechanismus dennoch zu umständlich war und Störungen vorkamen.

Aimé Comond in Nancy hat den *Gutton*schen Apparat geändert. (*D. R.-P.* Nr. 34 519 vom 1. Mai 1885) [1]. An Stelle der Krückrechen bewegen sich Kratzeisen über den Pfannenboden hin und her.

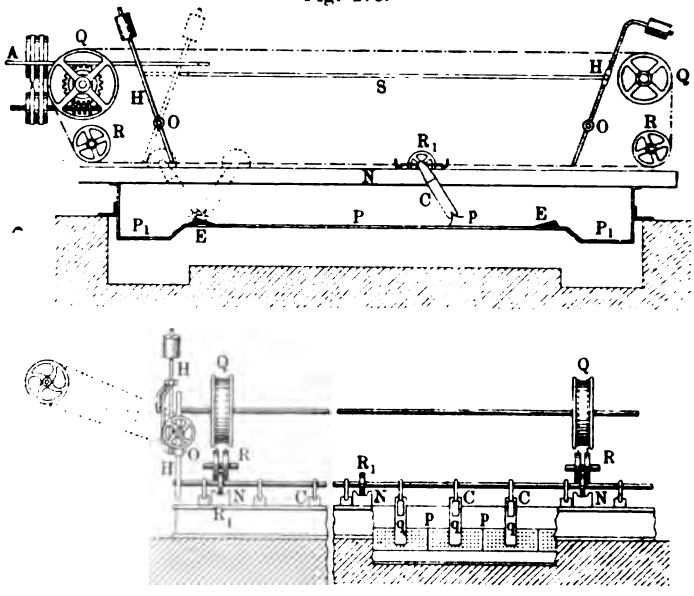
---

[1]) *P. J.* 1886, **260**, 126.

Digitized by Google

Die Kratzer C (Fig. 278) bestehen aus zwei nach verschiedenen Seiten umgebogenen durchlochten Stahlblechen p, die in einem Schafte q befestigt sind. Sie sind sämmtlich an einer mit Rollen R_1 auf Schienen N laufenden Achse drehbar. An den Enden der Achse ist ein Drahtseil ohne Ende befestigt, das über Rollen R und Q geführt wird. Die Rollen Q werden durch einen offenen oder gekreuzten Riemen und eine Schneckenradübersetzung getrieben und führen die Kratzer durch das Zugseil entweder nach rechts oder links. An der Aufhängestelle haben die Kratzeisen so viel Spielraum, dafs sie beim Umkehren der Bewegungsrichtung die entgegengesetzte schräge Lage einnehmen können. Die Umkehrung der Bewegung wird durch Verschieben der

Fig. 278.



Antriebriemen bewerkstelligt, indem die Achse der Kratzer an die Enden der um O drehbaren oscillirenden, mit Gewichten belasteten Hebel H anschlägt. Die Hebel sind durch Stangen S mit dem Riemenführer A verbunden, der die Riemenauflage wechselt, sobald die Hebel über die senkrechte Lage hinausgedrückt und durch die Gewichte zum Ausschlag gebracht sind. Auf dem Boden der Pfanne P befinden sich an den Enden Leisten E, wodurch die Kratzeisen gezwungen werden, in die entgegengesetzte Lage zu fallen. Das angekrückte Salz fällt in die Sümpfe P_1 und wird mit Handkrücken von dort ausgeschlagen.

Es wird bei diesem Verfahren sehr feinkörniges Salz gewonnen. Die Kratzeisen schliefsen sich so an einander, dafs der ganze Pfannenboden bestrichen wird. Da die Gelenke fortfallen, scheint die Einrichtung der Kratzer zweckmäfsiger zu sein als die der englischen Rund-

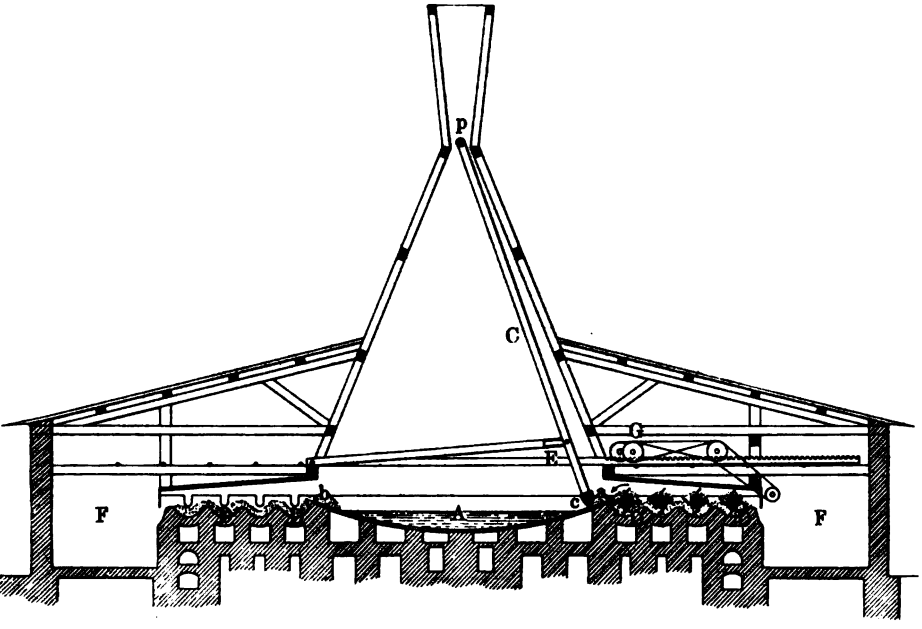
Digitized by Google

pfannen. Erforderlich ist auch hier, dass der Pfannenboden versenkte Nietung erhält.

Austragevorrichtungen bei Pfannen und Abdampfgefäfsen von gewölbter und spitzer Form.

August Behne in Harburg hat eine Austragevorrichtung konstruirt, die pendelartig hin und her bewegt wird und nur für Pfannen anwendbar ist, die nach einem bestimmten, der Pendellänge entsprechenden Halbmesser gekrümmt sind (*D. R.-P.* Nr. 6046 vom 3. December 1878 [1]). Mit der mechanischen Austragevorrichtung ist eine mechanische Trocknung

Fig. 279.



verbunden. Der Siedepfanne *A* (Fig. 279) wird aus einer daneben liegenden kleinen Störpfanne ununterbrochen gare Soole zugeführt. Der Krückapparat besteht aus einem um einen Zapfen *p* an Hängearmen *C* schwingenden Brette *c*. Dieses führt das Salz zur ersten Trocknung den Ableckbühnen *a* und *b* zu, die durch die Verlängerung der Pfannenbodenfläche gebildet werden. Das auf diese Stelle geschobene Salz lagert dort zum Ablecken so lange, bis es bei dem folgenden Schub der Krücke von dem neu angekrückten Salz verdrängt und den neben den Längsseiten der Pfanne liegenden muldenförmigen Behältern *D* zugeführt

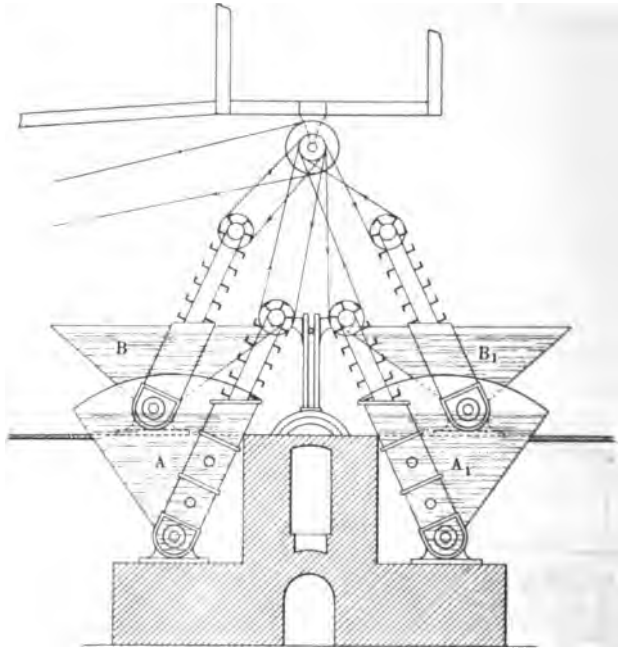
[1]) *P. J.* 1880. **237**, 299.

Digitized by Google

wird, wo es trocknet. Diese Trockenmulden werden von den abziehenden Feuergasen, die durch darunter liegende Heizkanäle streichen, erwärmt. Die Pendelbewegung wird durch eine Schubstange und die auf Rollen laufende Zahnradstange *E* und das mit Zahnrad versehene Riemengetriebe *G* bewegt. Je nachdem der offene oder der gekreuzte Riemen zur Auflage kommt, ändert sich die Bewegung.

Auf jeder Seite liegen vier Trockenmulden, in denen sich Transportwellen bewegen. Diese sind in der ganzen Länge der Mulden mit

Fig. 280.



schmalen, gegen einander versetzten Stäben oder Armen versehen und werden durch ein Schneckengetriebe langsam bewegt. Das Salz wird dabei völlig getrocknet den Magazinräumen *F* zugeführt, kann auch unmittelbar zur Verpackung entnommen werden.

Die Einrichtung ist ziemlich einfach und bringt den Vorteil, dafs das Salz aus der Pfanne ohne Zwischentransporte fertig getrocknet in die Magazine gelangt. Der Bewegungsmechanismus liegt aufserhalb des Dampfraumes. Störungen können durch Aufbiegungen des Pfannenbodens hervorgerufen werden, so dafs vielleicht besser statt des Brettes Kratzer der *Aimé Comond*schen Konstruktion angewendet werden. Da gar gestörte Soole in die Pfanne gelangt, wird sich Pfannenstein in geringerem Mafse zeigen. Ein weiter, die ganze Pfanne überspannender Brodenfang ist erforderlich.

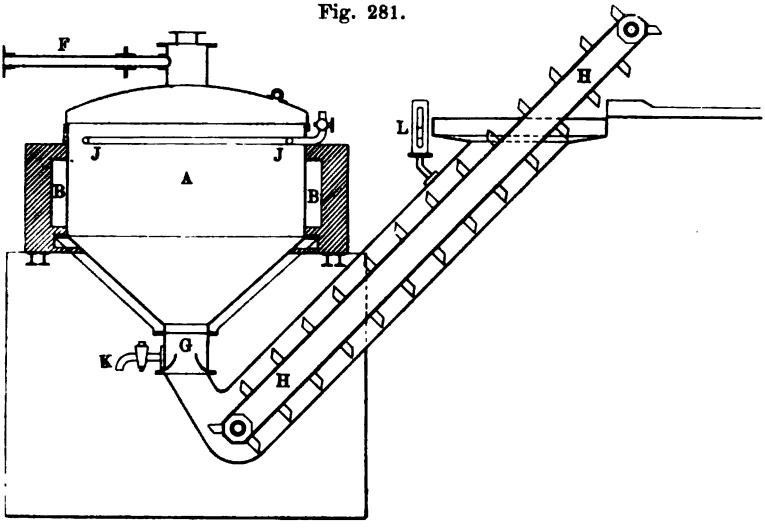
Digitized by Google

A. Vogl, früher k. k. Oberbergrat in Hallein, wendet zur selbstständigen Austragung des Salzes eine Spitzpfanne mit Transportschnecke und Elevator an (s. Fig. 280). Die Seitenflächen sind so geneigt, dafs das Salz von selbst abrutschen und sich in der in der Spitze der Pfanne befindlichen Mulde ansammeln kann. In dieser Mulde bewegt sich eine Transportschnecke, die das Salz an das eine Ende der Pfanne führt, von wo es durch einen Elevator gehoben wird.

Ein System von vier Pfannen (Fig. 280), davon zwei Feuerpfannen AA_1 und zwei durch den Abdampf der Feuerpfannen geheizte Dampfpfannen BB_1 für Grobsalz, ist 10 Jahre lang ohne Störung in Betrieb gewesen [1]).

Unvorteilhaft ist der grofse Soolfassungsraum bei kleiner Verdunstungsfläche. Das Salz rutscht nur bei gereinigten Pfannenflächen

Fig. 281.



von selbst in die Mulde. Sobald sich Gyps angesetzt hatte, mufste das Salz mit der Krücke in die Mulde herabgestofsen werden. Da diese Handarbeit nicht zu vermeiden war, wurden die Pfannen später flacher gebaut. Die Handarbeit verhinderte, dafs der Abdampf der Pfannen noch genügende Wärme behielt, um die Grobsalzpfannen zu heizen. Der Mechanismus erscheint beachtenswert, läfst sich aber auf einfachere Weise in den Bärsack einer Flachpfanne legen, wodurch man den Vorteil einer grofsen Pfannenverdunstungsfläche behält und die Vorrichtung besser übersieht. Der Elevator hebt das Salz in Transportwagen. Erspart wird bei dieser Einrichtung nur die Handarbeit des Salzausschlagens.

Schröcker, früher in Artern, hat eine trichterförmige Siedepfanne *A* (Fig. 281) konstruirt, bei der das Salz an den Trichter-

[1]) *C. v. Balzberg*, *Preisschrift*.

Digitized by Google

wandungen abrutschen und sich in einem Fallrohre *G* ansammeln soll, das in einem Sumpfe endigt, aus dem in einem bis über den Soolspiegel aufsteigenden Rohre ein Becherwerk *H* das Salz austrägt (*D. R.-P.* Nr. 5647 vom Jahre 1878). Die Feuergase umstreichen die senkrechten Seitenwandungen in den Zügen *B*, die Trichterwandungen werden nicht unmittelbar geheizt. An diesen wird sich deshalb weniger Gyps ansetzen als bei der *Vogl*schen Spitzpfanne, und das Salz wird besser abrutschen. Die Austragevorrichtung hat wie bei der Spitzpfanne den Zweck, dafs mit geschlossener Pfanne zur Ausnutzung der Abdampfwärme gearbeitet werden kann. Bei *J* fliefst die frische Soole ein, bei *F* wird der Dampf abgeleitet. Der Hahn *K* dient zum Ablassen der Soole. *L* zeigt den Soolstand in der Pfanne an.

Johann Thelen in Stollberg bei Aachen hat für eine halbcylindrische Pfanne eine rotirende Austragevorrichtung konstruirt (*D. R.-P.* Nr. 771 vom Jahre 1877). In den gufseisernen Stirnwänden der im übrigen aus Schmiedeeisen gebauten Pfanne ist die horizontale Welle der Krückvorrichtung verlagert. Mit der Welle durch Arme verbunden, bewegen sich nahe über dem Pfannenboden eiserne Stangen, die die Kratzer tragen. Diese sind so verteilt, dafs der Pfannenboden bei einmaliger Umdrehung an allen Stellen bestrichen wird. Die Kratzer hängen frei und berühren den Pfannenboden, sie haben eine zur Achsrichtung schräge Stellung, so dafs das Salz nach und nach an ein Kopfende der Pfanne befördert wird. Am Ende der Pfanne schiebt ein gerade gestellter Kratzer das Salz über den Pfannenbord auf die Leckbühne.

Die Kratzer können auch so gestellt sein, dafs das Salz von beiden Kopfenden nach der Mitte der Pfanne befördert und hier durch eine gerade stehende Schaufel ausgetragen wird.

Die Welle trägt eine Zahnradscheibe und erhält durch Riemenübertragung und Schneckengetriebe die Bewegung von der Betriebsmaschine.

Die Einrichtung ist gegenüber der in Rundpfannen gebräuchlichen sehr schwerfällig. Dafs die Kratzer abwechselnd mit Luft und Soole in Berührung kommen, ist unvorteilhaft für die Haltbarkeit des Apparates. Gypsansätze werden die Beweglichkeit der Gelenke beeinträchtigen, so dafs die Kratzer den Boden nicht mehr völlig berühren und Pfannenstein aufbrennen wird.

Bei dem Zusatzpatente (*D. R.-P.* Nr. 7861) von demselben Jahre werden zur besseren Verteilung des Salzes zwischen den Kratzern noch kleine Kasten angebracht, aufserdem Walzen, um die Salzbrocken am Pfannenboden zu zermalmen. Die Pfanne soll dabei mit einem halbcylindrischen, schmiedeeisernen Mantel umgeben sein und statt aus Schmiedeeisen auch aus Gufseisen hergestellt werden können (Fig. 282). Diese Änderungen machen den Apparat noch schwerfälliger.

In einem weiteren Zusatzpatente (*D. R.-P.* Nr. 10336 vom Jahre 1877) hat *Thelen* den Apparat dadurch vereinfacht, dafs statt vier

Digitized by Google

nur zwei Arme im Winkel von etwa 60° und an den beiden Armen um so viel mehr Kratzeisen angebracht sind (Fig. 283). Statt einer

Fig. 282.

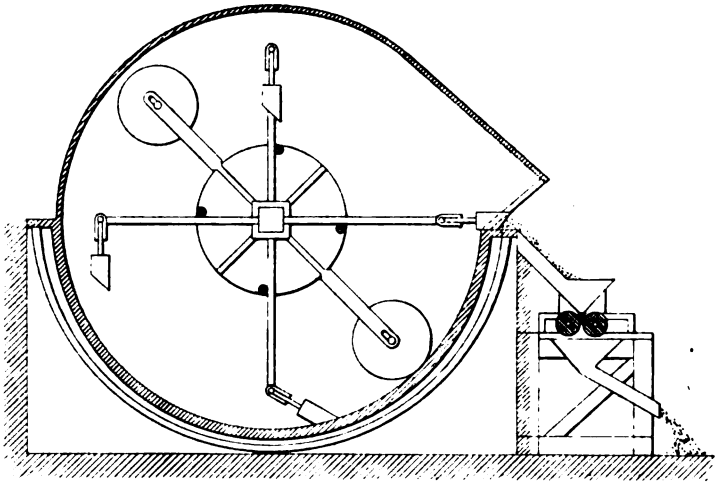


Fig. 284.

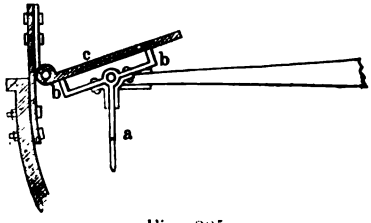


Fig. 283.

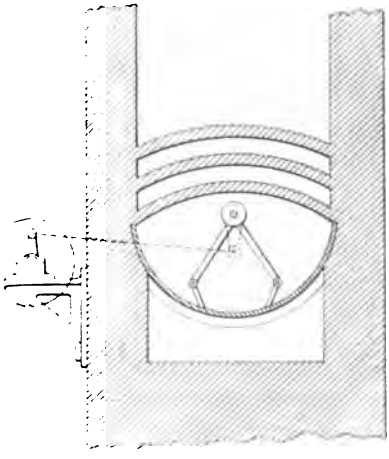
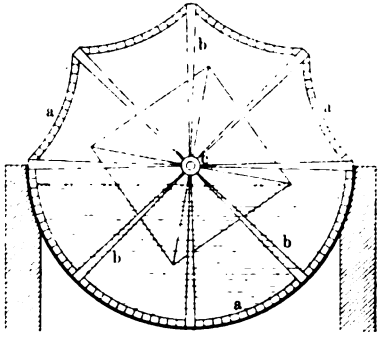


Fig. 285.



kreisenden Bewegung macht der Apparat eine hin und her schwingende Bewegung und nähert sich dadurch der *Behne*schen Austrage-

Digitized by Google

vorrichtung. Das Salz wird jedoch nicht an der ganzen Bordseite ausgeworfen, sondern die Kratzer der beiden Arme haben eine in der Richtung gegen einander verlaufende Stellung, so dafs das Salz von der ganzen bestrichenen Halbcylinderfläche an ein Kopfende geschafft und hier durch gerade stehende Krückbleche ausgetragen wird.

Um die Gelenke der Schaufelbleche beweglich zu erhalten und von Ansätzen zu befreien, ist eine von *Emil Striebeck* für den *Thelen*schen Apparat konstruirte Vorrichtung geeignet (*D. R.-P.* Nr. 32290 vom Jahre 1885). Die Schaufeln *a* (Fig. 284, a. v. S.) sind über der Aufhängestelle mit Querarmen *b* versehen, die sich gegen Ende der Bewegung an Anschlageplatten *c* anlegen und dadurch wieder in die richtige Lage gebracht werden.

Bei der *Thelen*schen Einrichtung mit oscillirenden Armen berühren die Schaufeln nur den unteren Teil des Pfannencylinders. An den höheren Teilen der Wandungen können sich deshalb doch Pfannensteinansätze bilden. Diese können so stark werden, dafs die Wirkung des Apparates gestört wird.

A. Tedesko in Mügeln bei Pirna wendet zum Krücken und Austragen statt der Kratzeisen oder Schaber eine Kette *a* (Fig. 285) an, die an schraubenförmig gestellten Armen *b*, die von einer horizontalen Welle *c* ausgehen, so aufgehängt ist, dafs sie über den Pfannenboden schleift und infolge der schraubenförmigen Lage das Salz an eine Seite der halbcylindrischen Pfanne schafft (*D. R.-P.* Nr. 19974 vom Jahre 1882). Die flachen Kettenglieder sind in länglichen Schlitzen etwas gegen einander verschiebbar. Sie haben dadurch so viel Spielraum, dafs sie den Pfannenboden vollständig bestreichen können. Bei jeder Umdrehung wird jeder Teil der Pfanne zweimal bestrichen. Eine gleich gute Wirkung wie bei Schabeisen und Kratzern wird von einer Kette schwerlich erwartet werden können. Ein Steifwerden der Kette durch Pfannensteinansätze wird bei der Beweglichkeit der Kettenglieder weniger zu befürchten sein.

Schäffer und *Budenberg* in Buckau-Magdeburg haben bei einem für die Salzgewinnung bestimmten Vakuumabdampfgefäfse (*D. R.-P.* Nr. 191 vom 4. Juli 1877) einen Schabeapparat konstruirt, der die Gefäfswandungen frei von Ansätzen halten soll und ausgeschiedenes Salz in eine Abfalllutte gelangen läfst. In dem aufrecht stehenden, cylindrischen Abdampfgefäfse befindet sich ein Linsenheizapparat (Fig. 318, S. 900), dessen Flächen durch einen um eine senkrechte Achse sich drehenden Schabeapparat von Ansätzen und Salz frei gehalten werden soll. Die Schaber sind an einem Rahmen befestigt, der sich um den Linsenheizapparat bewegt und die Schabeisen zwischen die Platten führt. Versuche mit diesem Apparate in Bex und Genf sind nicht günstig ausgefallen, da sich dennoch Gypsansätze bildeten, die die Schaber zerstörten. Das am Boden des Gefäfses angebrachte Abfallrohr, in dem sich das Salz ansammelt, ist mit einer Schieberschleufse

Digitized by Google

versehen. Wird der obere Schieber geöffnet, so sammelt sich das Salz auf dem unteren Schieber. Will man zum Austragen des Salzes den unteren Schieber ziehen, so schliefst man zunächst den oberen Schieber. Das Salz fällt dann beim Öffnen des unteren Schiebers in ein unter der Abfalllutte stehendes Gefäfs, das nach der Anfüllung mit einem Seile in dem aufsteigenden Aste der Lutte heraufgezogen wird. Damit die Soole abtropfen kann, hat das Gefäfs Sieböffnungen. Zwischen den beiden Schiebern ist in der Luttenwand eine Glasplatte angebracht, durch die die Höhe der Salzansammlung beobachtet werden kann, damit immer rechtzeitig Salz gezogen wird.

Dieser zum Austragen des Salzes dienende Teil der Vorrichtung hat sich gut bewährt. Der obere, aufserhalb des Soolspiegels liegende Teil der Austragelutte, der dem Verrosten ausgesetzt war, ist später aus Holz hergestellt worden. Das durch die Sieböffnungen des Salzkastens durchfallende feine Salz sammelt sich an der tiefsten Stelle der Lutte und mufs von Zeit zu Zeit mit der Krücke entfernt werden. Damit dies nicht zu häufig nötig wird und der Kasten immer die richtige Stellung unter der Abfalllutte behält, hat man der Aufzugslutte nach unten noch einen Taschenansatz gegeben.

Bei dem späteren Patente derselben Firma (*D. R.-P.* Nr. 4689 vom Jahre 1878), dem *Piccard*apparate, ist der liegende cylindrische Abdampfkessel mit einem um eine horizontale Welle drehbaren Schabeapparat versehen, durch den das Salz nach der Mitte des Kessels der dort einmündenden Abfalllutte zugeschaufelt wird (Fig. 319, S. 903). Um die Stelle am oberen Kesselteil von Ansätzen frei zu halten, wo das Sooleinlaufrohr mündet, ist auf der Welle noch ein scharfer Rechen befestigt, der die Ansätze ablöst. Da in dem Kessel die Soole nicht erhitzt wird, sondern nur Salz durch Abkühlung der Soole und Absaugen von Dampf gewonnen wird, so bilden sich nur unbedeutende Gypsansätze und der Apparat hat wesentlich nur das Fortschaffen des Salzes zu bewirken.

Zu Ebensee ist dieser Apparat lange Jahre in Betrieb gewesen, ohne dafs Störungen vorkamen. Allerdings setzte sich angeballtes Salz an den Flügeln des Schabers fest. Indessen konnte dies später dadurch verhütet werden, dafs man einen Klopfer anbrachte, der leichte Schläge auf die Welle des Rührapparates führte.

Julius Zabel sucht in einem Zusatzpatente (*D. R.-P.* Nr. 21883 vom Jahre 1882 zu Nr. 4689 und 6204) das Ansetzen des Salzes an den Schaufelapparat dadurch zu verhüten, dafs der Apparat ganz in der Soole eingetaucht bleibt. Um dies zu erreichen, soll der Dampfdom auf die ganze Länge des Kessels ausgedehnt oder dem Kessel ein eiförmiger Querschnitt gegeben werden (Fig. 286, a. f. S. [1]).

Sofern sich die Ansätze schon durch Klopfer verhüten lassen, wird

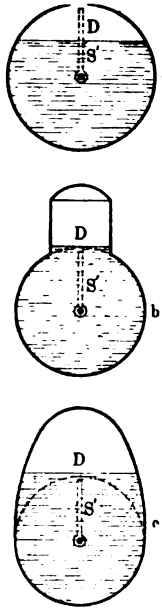
[1]) *P. J.* 1883, 249, 371.

Digitized by Google

man auf die ungünstige Kesselform des *Zabel*schen Patentes verzichten. Am Rande des Soolspiegels werden sich an den Teilen der Kesselwandung, die vom Schabeapparate nicht bestrichen werden, dennoch Salzansätze bilden, die herabfallen und Störungen in der Austragevorrichtung hervorrufen können.

Reginald Coates Wilson in Liverpool hat eine mechanische Austragevorrichtung für Rohrdampfpfannen konstruirt (*D. R.-P.* Nr. 61719). Am hinteren Ende der Röhrenpfanne befindet sich eine schräg stehende, die ganze Breite der Pfanne einnehmende Krücke oder ein Schabeisen, das für die Heizröhren Aussparungen hat. Das Schabeisen ist an einem Seile ohne Ende befestigt und wird mittels Handkurbelbewegung am Seile durch die ganze Pfanne nach vorn gezogen, wodurch das Salz in den vorderen Teil der Pfanne gebracht wird. Dort wird es durch Handarbeit ausgeschlagen. Eine Umkehrung der Kurbelbewegung führt den Krückapparat an das hintere Ende zurück. Die Handarbeit wird hierbei nicht entbehrlich. Es wird nur die sich bei der Handarbeit ergebende Schwierigkeit, das zwischen und unter den Röhren liegende Salz anzukrücken, beseitigt.

Fig. 286.



Über die Austragevorrichtungen bei den Vakuumverdampfern von *Well*, *Pick* und *Kaufmann* s. den Abschnitt über Vakuumverdampfer (s. S. 923 u. f.).

Als Mittel zur vorteilhaften Ersparung von Handarbeit können die mechanischen Salzaustragevorrichtungen nicht angesehen werden. Sie dienen wesentlich nur zur fortgesetzten Durchrührung der Soole, um feines Salz zu erzeugen, oder dazu, das Salz aus geschlossenen Abdampfgefäfsen zu gewinnen, bei denen Handkrückarbeit nicht anwendbar ist. In der Regel wird der Mechanismus nicht so gründlich und den sich jeweilig ändernden Verhältnissen des Soggeprozesses entsprechend arbeiten können, als es durch Handarbeit geschieht. Gewissen Teilen der Pfanne, den stärker geheizten Flächenteilen des Pfannenbodens mufs eine gröfsere Aufmerksamkeit zugewendet werden, und diese müssen besonders und stärker beim Krücken bestrichen werden, was bei einem Mechanismus nicht geschieht, der aufserdem den Verbiegungen des Pfannenbodens nicht ausreichend wird folgen können. Der Ersparung von Handarbeit stehen ein kostspieliger Maschinenbetrieb, umständliche maschinelle Einrichtungen, teuerere Pfannenkonstruktionen und höhere Kosten für Ausbesserungen gegenüber.

Die mechanischen Austragevorrichtungen sind deshalb nur vereinzelt und da, wo besonderer Anlafs gegeben war, versucht oder in Gebrauch genommen worden. Am meisten ist die Rundpfanne eingeführt worden.

Digitized by Google

Mechanische Salztrocknung.

Die mechanischen Vorrichtungen zum Salztrocknen bezwecken hauptsächlich, das bei langsamem Trocknen auf Flachpfannen lästige Zusammenbacken des Blanksalzes zu vermeiden, und erreichen dies entweder durch beständige Bewegung des Salzes unter Erwärmung oder auch unter Zuleitung von Trockenluft, oder durch Abschleudern der Mutterlauge vom Salze in Centrifugen, wodurch mit der Feuchtigkeit ein grofser Teil der zusammenbackenden Nebensalze weggeführt wird. Durch diese mechanischen Trocknungsverfahren erreicht man zugleich, dafs sich der Trocknungsprozefs viel schneller vollzieht. Da man grobkörniges Salz ohne nachteiliges festes Zusammenballen durch langsame Erwärmung auf Trockenpfannen, in Horden, oder durch längeres Lagern in trockenen Magazinen genügend trocknen kann, ist für dieses eine mechanische Trocknung überflüssig. Es würde auch nur die Centrifugentrocknung für Grobsalz anwendbar sein; bei den übrigen Trocknungsverfahren wird das Salz so viel bewegt und durchrührt, dafs die Krystalle zerstört werden und das Salz seinen Glanz verlieren würde. Bei Feinsalz, das sich vermöge der Kapillarität weit schwieriger trocknen läfst, ist mechanische Trocknung sehr angebracht. Es hält die Feuchtigkeit stärker fest und gestattet der Trocknungsluft weniger den Zutritt in die Salzmasse als das locker liegende Grobsalz.

Folgende Einrichtungen zum Salztrocknen hat man in Anwendung gebracht:

1. Trocknung unter Benutzung von Transportschnecken,
2. Tellertrocknung,
3. Tüchertrocknung,
4. Trommeltrocknung,
5. Centrifugentrocknung.

Trocknung mit Benutzung von Transportschnecken ist beim Betriebe der *Vogl*schen Spitzpfannen (s. S. 840) eingerichtet worden, wo das Salz mittels eines Becherwerkes aus der Pfanne gehoben und in einen geheizten Kanal zwischen den Feuerzügen gestürzt wird, in dem sich zwei Transportschnecken gegen einander bewegen und das Salz langsam durch den Dörrkanal schieben.

Bei der *Behne*schen Salzaustragevorrichtung (Fig. 279) wird das Salz in den neben der Pfanne liegenden geheizten Mulden durch Walzen, die mit Armen versehen sind, durchgearbeitet und von einer Mulde in die andere geworfen und gelangt aus der letzten Mulde getrocknet ins Magazin.

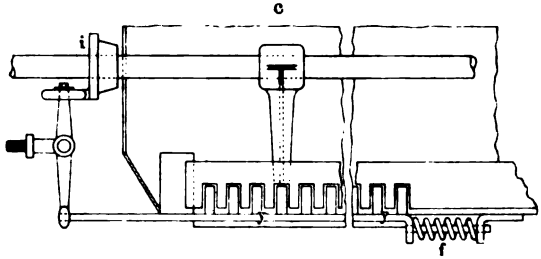
Bei dem Apparate von *A. Büttner* und *C. Meyer*, der zum Eindicken breiiger Flüssigkeiten und zur Trocknung bestimmt ist (*D. R.-P.* Nr. 34031 vom 16. December 1884[1]), wird die zu trocknende

[1]) *P. J.* 1886, 260, 33.

Digitized by Google

Masse durch eine Transportschnecke *k* dem Trocknungsapparate C zugeführt (Fig. 287 c und d). Dieser besteht aus vier paarweise angeordneten liegenden Cylindern *m*, *n*, in denen sich Wellen mit in einander greifenden Schaufeln bewegen. Jede Schaufel wirft die vor ihr befindliche Masse in den anderen Cylinder hinüber. Heifse, trockene Luft strömt durch die Cylinder. Da die Schaufeln eine beständige Zerteilung der zu trocknenden Masse bewirken und diese durch den heifsen Luftstrom führen, so vollzieht sich die Trocknung schnell. Die Geschwindigkeit der Wellendrehung ist so bemessen, dafs die Wurfhöhe

Fig. 287 a. Fig. 287 b.



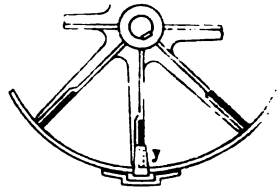
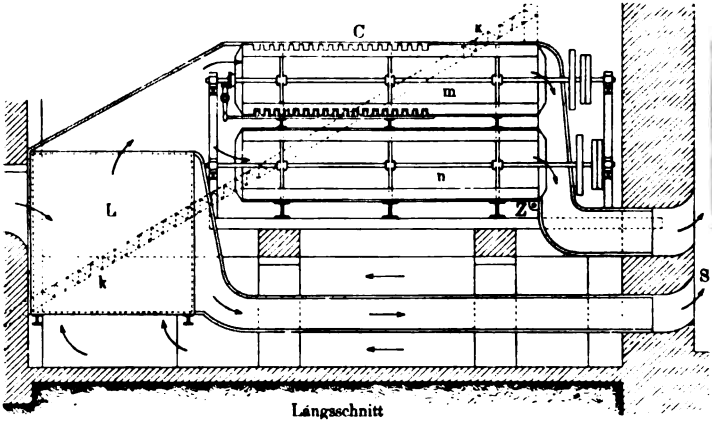
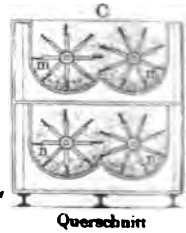


Fig. 287 c. Fig. 287 d.





der Masse der Höhe des Cylinders eben entspricht. Damit sich an den Schaufeln keine Ansätze bilden, sind sie auf einen Teil der Länge des Cylinders gezahnt. Die Zähne bewegen sich bei der Drehung durch einen am Cylindermantel angebrachten Rechen *y* (Fig. 287 a und b). Damit sich am Rechen keine Ansätze bilden, wird dieser jedesmal, wenn die gezahnte Schaufel hindurchgegangen ist, um die Breite eines Zahnes verschoben, was durch eine auf der Welle des Schaufelapparates aufsitzende Daumenscheibe *i* bewirkt wird, während eine am Ende des Rechens angebrachte Feder *f* ihn in die ursprüngliche Lage wieder zurückdrückt. Aus den oberen Cylindern *m* wird die Trockenmasse durch eine Schnecke einer Zerkleinerungsvorrichtung zum Zerdrücken etwaiger Brocken

Digitized by Google

und dann durch eine Schnecke den unteren Cylindern *n* zugeführt. Die Trockenluft wird in einem von der Abhitze des Verdampfungsgefäfses geheizten Winderhitzungsapparate *L* erwärmt.

Für die Salztrocknung ist sowohl dieser Apparat wie die beiden vorgenannten deshalb wenig günstig eingerichtet, da das Salz zu stark durchgearbeitet wird und infolge dessen seinen Glanz verliert. Die Anwendung eiserner Schnecken und Schaufeln in feuchtem Salze bringt die Gefahr, dafs sich Rost bildet, der das Salz gelb färbt. Der letztere Übelstand ist bei den folgenden mechanischen Trocknungsverfahren vermieden.

Tellertrocknung. Der in Schönebeck in Gebrauch genommene Apparat ist zum Trocknen des aus den Rundpfannen gewonnenen Buttersalzes gebaut worden, das sich auf gewöhnlichen Trockenpfannen zu fest zusammenballt. Die ursprüngliche Einrichtung im Siedehause Itzenplitz[1]) ist für die Anwendung im Siedehause Lindig verbessert worden. Der Apparat (Fig. 288 und 289) besteht aus sechs zwischen vier Säulen B_1 bis B_4 in 40 *cm* Abstand befestigten horizontalen, hohlen Scheiben 1 bis 6 von 1,8 *m* Durchmesser. Die Scheiben sind abwechselnd am Umfange offen oder mit Rand *c* und dann mit Durchgangsöffnungen *x*, die um die durch die Mitte hindurchgehende senkrechte

Fig. 288.

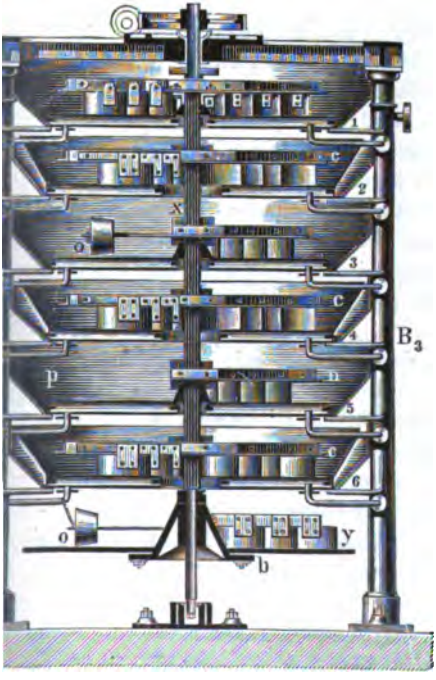
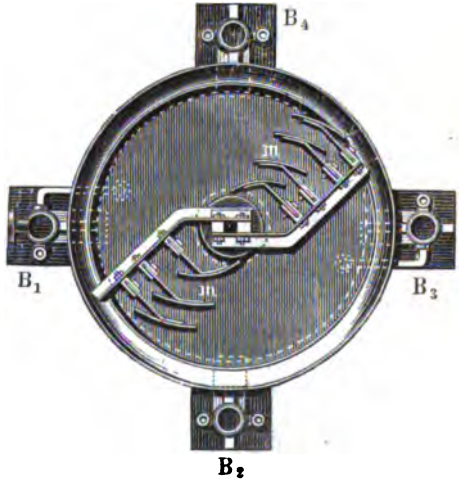


Fig. 289.



[1]) *P. Z.* 1872, 20, 35.

Digitized by Google

Welle liegen, versehen. Durch die hohlen Scheiben sind Stehbolzen gezogen. An der Welle sind Krücken *m* befestigt, die das Salz auf den offenen Scheiben nach dem äufseren Rande, bei den geschlossenen Scheiben nach der Mittelöffnung schieben und dem nächst tieferen Teller zuführen. Das Salz gelangt zuletzt auf die unterste, sich mit der Welle drehende Scheibe *b*, wo feststehende Schaufeln das fertig getrocknete Salz zum Weitertransporte abstreichen. Um die hohlen Scheiben mit Dampf zu erwärmen, dient eine der hohlen Säulen B_3 als Dampfzuleitungsröhre, sie steht mit dem Hohlraume der Scheiben durch Röhren *n* in Verbindung. Der Dampfdruck beträgt etwa $3^1/_3$ Atmosphären. Das Kondensationswasser wird an dem gegenüberliegenden Rande der Scheibe durch Röhren *p* in der hohlen Säule B_1 zurückgeleitet. Aufser den Schaufeln bewegen sich auf einigen Tellern auch noch eiserne Walzen *o* von 60 *kg* Gewicht zum Zerkleinern der Salzklümpchen.

Um das Salz gleichmäfsig verteilt auf den Trockenapparat gelangen zu lassen, wird es zunächst einer Mühle mit rotirendem Holzkonus zugeführt. Durch einen Trichter fällt das Salz auf einen Holzteller, der von der Mühlenwelle aus gedreht wird. Eine feststehende Schaufel streicht das Salz von dem Teller ab in einen Elevator, der es auf den obersten Teller des Trockenapparates führt. Das Aufgeben des Salzes ist so geregelt, dafs es den Apparat auf der untersten Scheibe trocken verläfst. Das getrocknete Salz wird durch Walzen und eine Siebtrommel geführt und das Siebfeine auf einem Hanfgurt ohne Ende in das Magazin gebracht, die Siebgröbe gelangt nochmals zum Trockenapparate zurück.

Zum Schutz gegen Rosten ist der Apparat mit einem Anstrich von Bernsteinlack versehen. Dennoch teilt sich dem Salze mitunter, besonders bei feuchter Witterung, eine rötliche Färbung von Rost mit, auch wird es durch die fortwährende Bewegung auf dem Trockenapparate unansehnlich; indessen wird es sehr gut trocken.

Eine horizontale Hochdruckdampfmaschine von 21 *cm* Cylinderdurchmesser und 31 *cm* Hub mit 120 Spielen in der Minute betreibt die zusammengehörigen mechanischen Vorrichtungen der Rundpfannen und des Tellerapparates.

Ein gutes Aussehen behält das Salz bei der

Tüchertrocknung, die in Inowrazlaw eingeführt worden ist[1]). In einem Brettergehäuse befindet sich ein System von acht Tüchern ohne Ende, die auf Holzwalzen laufen, etagenweise über einander angeordnet (Fig. 290). Das Salz wird gleichmäfsig in dünner Schicht auf das oberste Tuch aufgegeben und fällt am Ende auf das darunter liegende, in entgegengesetzter Richtung bewegte Tuch und wird so von Tuch zu Tuch getragen. Die Tücher aus Segeltuchstoff haben 7 *m*

[1]) *Besser, Pr. Z.* 1879, 27, 17.

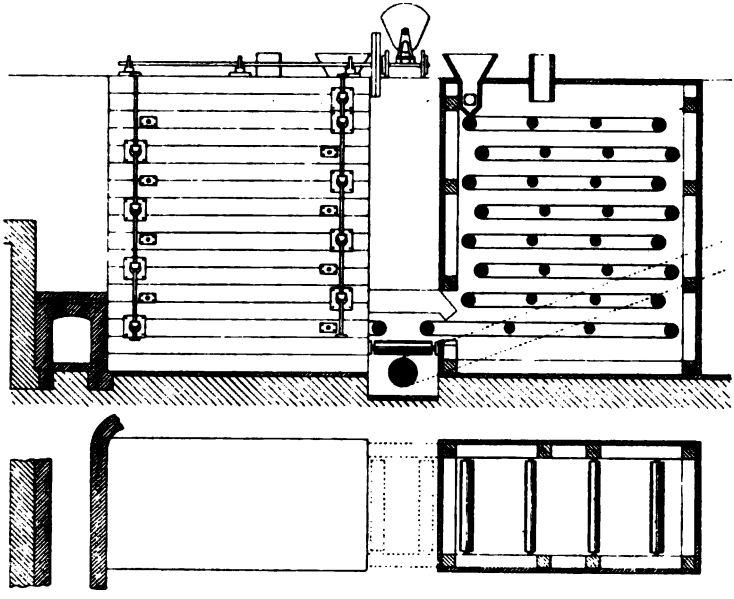
Digitized by Google

Länge und 1,54 *m* Breite. Die Hauptwalzen an den Enden haben 235 *mm* Durchmesser, dazwischen werden die Tücher noch durch zwei kleine Zwischenwalzen unterstützt. Die wirklich benutzte Tuchfläche beträgt etwa 36 *qm*, so dafs bei 1,5 *cm* starker Belegung in einem Apparate zugleich 5 *Ctr.* Salz getragen werden.

Die Tücher bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 70 *cm* in der Minute, so dafs das Salz 40 Minuten im Apparate bleibt und dabei achtmal gewendet wird.

Getrocknet wird mit erwärmter Luft. Das Salz wird aus den 7 bis 8 *Ctr.* fassenden Wagen in einen Trichter entleert, wobei stückiges

Fig. 290.



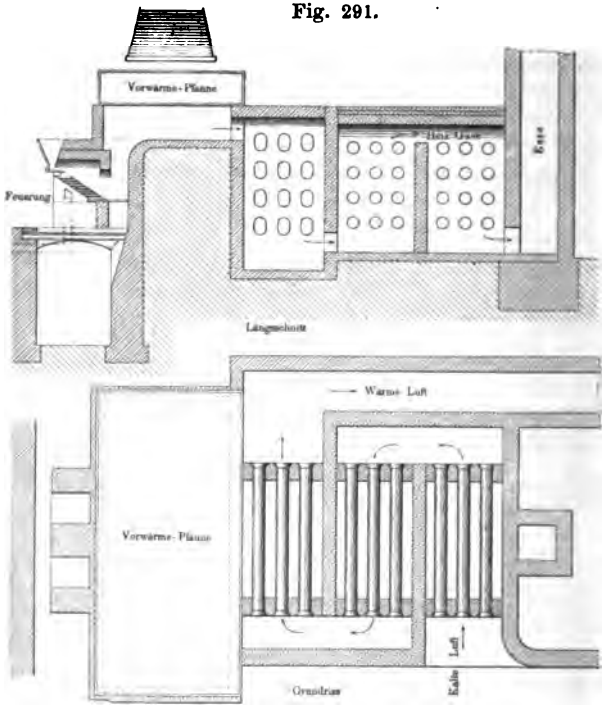
Salz vom Arbeiter zerschlagen wird. Im übrigen besorgt eine unter dem Trichter angebrachte Verteilungswalze die Zerkleinerung und gleichmäfsige Verteilung und Aufgabe des Salzes auf die Tücher. Das aufgegebene Salz enthält etwa 10 *Pct.* Wasser und verläfst den Apparat mit 2 bis 3 *Pct.* Feuchtigkeit, dem gewünschten Trocknungsgrade. Der auf 70 bis 80° *R.* erwärmte Luftstrom tritt an der Stelle in den Apparat, wo das getrocknete Salz ausgetragen wird, streicht durch den Apparat zwischen den Tüchern durch nach oben und verläfst ihn mit etwa 35 bis 40° *R.* Die Luft wird frei in das Siedehaus abgelassen und befördert dort die Ventilation. Das ausgetragene Salz wird auf einem ansteigenden Transportbande in das Magazin befördert, so dafs hierzu besondere Handarbeit nicht erforderlich ist. In 24 Betriebsstunden können danach 180 *Ctr.* Salz in einem Apparate getrocknet

Digitized by Google

werden. Durch die häufig erforderlichen Ausbesserungen der Tücher sinkt die Leistung auf 130 bis 140 *Ctr.*

In dem Siedehause I, wo sich vier Hauptpfannen zu je 131 *qm* Fläche und vier dahinter liegende Grobsalzpfannen zu je 90 *qm* Fläche befinden, sind vier Tüchertrockenapparate aufgestellt. Die heifse Luft wird durch einen *Schiele*schen Ventilator Nr. 7 mit 1 *m* Flügeldurchmesser durch den Luftheizapparat in die Trockenapparate gepreſst.

Fig. 291.



Der Heizapparat wird durch die von den Vorwärmpfannen abgehenden Feuergase geheizt.

Den Hauptkostenaufwand erfordert die Unterhaltung der Tücher, die dadurch leiden, dafs sich in den Tuchmaschen Salz festsetzt, wodurch die Tücher steif werden, dafs sich auch zwischen die Tücher und Walzen Salz legt, und dafs sie bei hohem Hitzegrade der heifsen Luft versengt werden. Man hat deshalb in neuerer Zeit Drahttuch versucht.

Der Lufterhitzungsapparat (Fig. 291) besteht aus einem mit Zwischenwänden versehenen Kanalsystem, in dem Röhren für die Heifsluft quer eingelegt sind. Die Luft streicht in drei quer durch den Kanal gelegten Röhrensystemen zu je 12 Röhren hin und her, während die Feuergase in entgegengesetzter Richtung durch die Schiedwände gezwungen werden, abwärts, aufwärts und wieder abwärts die

Digitized by Google

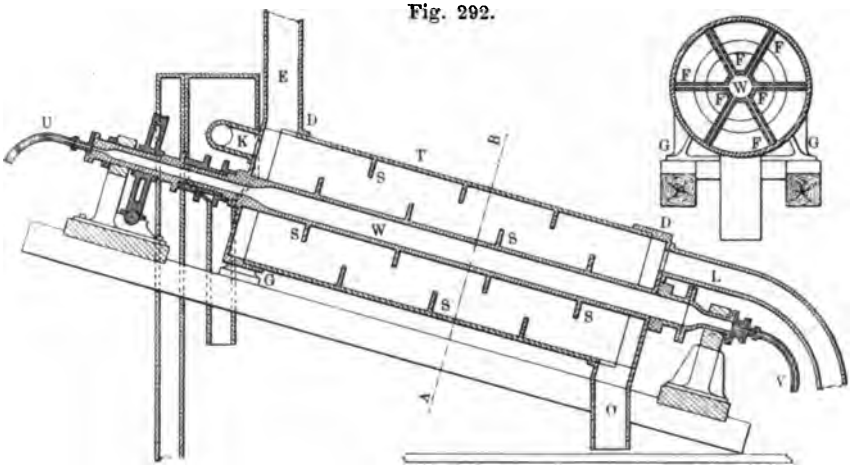
einzelnen Röhrenbündel zu bespülen. Alle 14 Tage mufs der Apparat von Rufs und Asche gereinigt und in den Fugen frisch verstrichen werden, er erfordert aber sonst wenig Unterhaltungskosten.

Eine ausreichende Vortrocknung des Salzes auf Tropfbühnen oder auf den Pfannenmänteln und möglichst gleichmäfsige Aufbringung des Salzes auf das oberste Trockentuch ist Haupterfordernis für die gute Trocknung. Man hat auch versucht, das Salz durch Elevatoren (Becherwerke) gleichmäfsig aufzugeben.

Trommeltrocknung. Gut haben sich die in Schönebeck eingeführten Trommelapparate bewährt, die mit Dampf oder heifser Luft geheizt werden.

Nach dem Patente von *Mentzel* in Schönebeck (*D. R.-P.* Nr. 35006 vom 10. Juli 1885) besteht der Apparat aus einer sich um eine geneigte

Fig. 292.



Achse drehenden kupfernen, mit Holz belegten Trommel *T* (Fig. 292). Die Neigung gegen die Horizontale ist 14 bis 18°. Eine hohle, gufseiserne Welle *W* hat fünf oder sechs in der Längsrichtung der Achse angebrachte hohle Flügel *F*. Zwischen den Flügeln sind ringförmig gestellte, durchlöcherte, kupferne Zwischenscheiben *S* angebracht, sowohl in dem äufseren Flügelraume als auch in dem Raume an der Welle, und zwar an der äufseren Seite drei, im inneren Raume vier Scheiben. Dadurch erhält das Innere der Trommel eine gröfsere Anzahl von Zellen, wodurch das Salz an vielen Stellen mit Heizflächen in Berührung kommt und unter beständiger Bewegung allmählich der Austragöffnung *O* am unteren Ende der Trommel zugeführt wird. Besondere Verschlufsdeckel *D* enthalten die Öffnungen zum Aufgeben des Salzes durch die Lutte *E* am oberen Ende der Trommel und zum Austragen durch die Lutte *O* am unteren Ende. Damit diese Ver-

Digitized by Google

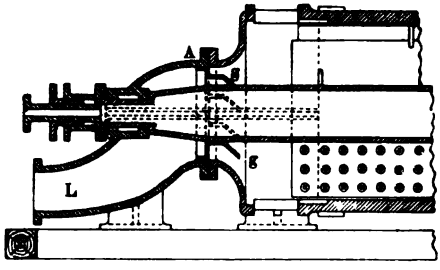
schlufsdeckel von der drehenden Welle nicht mitgenommen werden, sind sie mit Füfsen *G* versehen, die auf dem Untergestelle befestigt sind. Sie schleifen mit dem Kupferfutter an der äufseren Trommelwand. Heifse Wasserdämpfe strömen am oberen Ende der Welle bei *U* in diese und zwischen die Heizflächen ein und am unteren Ende bei *V* aus, wo auch die Kondensationswasser abfliefsen. Diese Dampfeinführung zwischen die Heizwandungen ist dadurch ermöglicht, dafs die Welle in Stopfbüchsen läuft.

Durch den festen unteren Verschlufsdeckel an der Peripherie bei *L* wird heifse Luft von 100 bis 118° *C.* in die Trommel eingeblasen und mit dem aus dem trocknenden Salze entsteigenden Wasserdampfe am oberen Verschlufsdeckel bei *K* weggeführt.

Damit das frisch eingetragene Salz nicht festbrennt, ist der unter der Eintrageöffnung sich befindende Teil der Flügel nicht beheizt.

Die heifse Luft durchströmt abwechselnd die äufseren und inneren Zellen zwischen den Flügeln. Durch die Zelleneinteilung wird überdies das Abrutschen des Salzes an der Trommelfläche verlangsamt. Es wird wiederholt durch die Flügel emporgehoben und innig mit dem Luftstrome gemengt, so dafs das Salz schnell trocknet. Die Trommel macht in der Minute $^1/_2$ bis zwei Umdrehungen. Der Apparat ist später (*Fischer, D. R.-P.* Nr. 59617 vom 31. Jan. 1891) durch centrale Luftzuführung *L* (Fig. 293) verbessert worden. Durch kleine Schutzbleche *g* wird verhütet, dafs Salz in die Einströmungsöffnung fällt.

Fig. 293.



Der Betrieb des Apparates ist immerhin umständlich, die Einrichtung kostspielig. Erforderlich ist ein Winderhitzungsapparat, ein Ventilator, eine Betriebsmaschine für die Bewegung, während die erforderliche Wärme durch Abhitze der Feuergase von Siedepfannen und durch Maschinenabdampf beschafft werden kann. Wesentlich ist aufserdem, dafs das Salz zunächst genügend vorgetrocknet werden mufs, wenn das Anbacken des Salzes vermieden und eine genügende Trocknung erreicht werden soll.

Man hat deshalb zunächst in Schönebeck [1]) eine Vortrocknung des Salzes mit Centrifugen eingeführt, mit denen man eine genügende Trocknung des Salzes allein nicht erreichen konnte. Im Siedehause von der Heydt I konnten mit vier Centrifugen und zwei Trommelapparaten monatlich 5000 *Ctr.*, im Siedehause Itzenplitz mit sechs Centrifugen und drei Trommelapparaten monatlich 12000 *Ctr.* Salz

[1]) *Fischer*, Siedehaus Huyssen in *Pr. Z.* 1891, 39, 31.

Digitized by Google

getrocknet werden, daneben wurden noch 400 und 1100 *Ctr.* Grobsalz in Nebenpfannen gewonnen.

Im neuen Siedehause Huyssen zu Schönebeck hat man jedoch besondere Trommeln zum Vortrocknen eingeführt (*D. R.-P.* Nr. 59617, von *Fischer*), bei denen die Dampfheizung wegfällt und das Salz nur einem heifsen Luftstrome entgegengeführt wird (Fig. 294). Das Salz ausschliefslich in den oben beschriebenen Trommeltrockenapparaten zu trocknen, gelang nicht. Schon bei einem Feuchtigkeitsgehalte des Salzes von mehr als 8 *Pzt.* backte das Salz in Klumpen zusammen und setzte sich an den geheizten Flächen fest an. Beim Vortrocknen des Salzes auf den Abtropfbühnen und Pfannenmänteln konnte man im

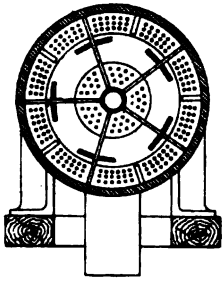
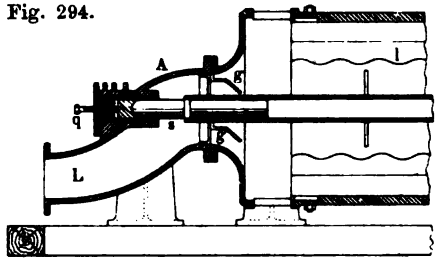


Fig. 294.



Herbst und Winter nur eine Trocknung bis auf 10 bis 13 *Pzt.* erreichen.

Die Einrichtung im Siedehause Huyssen besteht aus

dem Zerteilungsapparate,
den Elevatoren,
den Vortrockentrommeln,
den Fertigtrockentrommeln,
den Transportbändern zum Fortschaffen des Salzes in die Magazine.

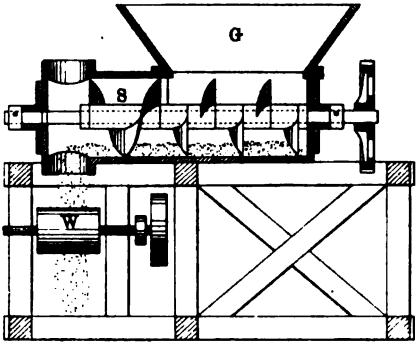
Als Zerteilungsapparat dient eine in einem gufseisernen Gehäuse liegende Transportschnecke *S* (Fig. 295) mit einzelnen, an der Vorderkante geteilten Flügeln, wodurch etwaige Klumpen zerdrückt werden. Das Salz wird aus den Mulden in den Trichter *G* gestürzt und durch die Transportschnecke einem zweiten Apparate zugeführt, der noch weiter die Salzbrocken zerkleinern soll. Dazu dienen zwei sich gegen einander bewegende Walzen *W*, auf die das von der Transportschnecke beförderte Salz auffällt. Um die Walzen enger oder weiter stellen zu können, dient zur Übertragung der Bewegung eine Gliederkette, die Spielraum für die Stellung der Walzen gewährt. Das Zwischenrad, das dazu dient, den Walzen eine gegen einander laufende Bewegung zu geben, ist ebenfalls verstellbar, so dafs die Ketten stets in Spannung gehalten werden können. Das Salz wird danach von Elevatoren den

Digitized by Google

Vortrommeln zugeführt. Die Elevatoren sind aus achtfachem Segeltuch gefertigt, an das kleine Holzkasten mit Holzschrauben befestigt sind. Hanfgurte und Kettenelevatoren erwiesen sich als unbrauchbar. Damit sich beim Umgang um die Fufswalze kein Salz zwischen Kasten und Gurt setzt, sind Leinwandstreifen befestigt, die sich beim Umgang um die Walze straff ziehen und das Eindringen des Salzes verhindern. Es ist dies notwendig, da die aus dem Salz sonst ausgepreifste Mutterlauge in das Gewebe des Gurtes eindringt und dadurch zu dessen schneller Zerstörung beiträgt.

Die Vortrommeln entfeuchten das Salz bis auf 5 *Pct.* Sie haben eine schmiedeeiserne Welle, die der Leichtigkeit halber hohl ist, und an die fünf einfache, radial und in der Längsrichtung der Trommel laufende Blechflügel befestigt sind. Zwischen den Flügeln befinden sich durchlochte Querbleche. Da hier die Heizflächen wegfallen, wird dafür gesorgt, dafs das Salz möglichst fein verteilt mit dem Luftstrome in Berührung kommt. Dazu sind an der äufseren Kante der Flügel zwischen den Zellenzwischenwänden kleine Längsstreifen von Wellblech *l* (Fig 294) angebracht, die die Wirkung haben, dafs das sich darauflegende Salz bei der Aufwärtsbewegung der Flügel in einzelnen Strahlen durch den Luftstrom fällt. Damit der Luftstrom nicht nur abwechselnd die einzelnen Flügelsegmente, sondern sämmtliche zugleich durchströmt, ist statt der peripherischen eine centrale Luftzuführung gewählt, die auch bei den Dampftrommeln eingeführt ist. Dazu hat der Deckel in der Achsrichtung ein weites Luftzuströmungsrohr *L*, das sich nach unten biegt und dadurch ermöglicht, die Welle durch die Seitenwand des Luftzuströmungsrohres zu legen und hier in Stopfbüchsen zu verlagern. Die untere Stopfbüchse ist als Fufslager konstruirt. Die Welle hat hier einen Stahlschuh, der in einem Rotgufslager läuft, das durch eine Stellschraube *q* nach dem Mafse der Abnutzung vorwärts geschoben werden kann. Vor der Lufteinströmungsöffnung befinden sich jalousieartige Bleche *g*, die verhindern sollen, dafs Salz in die Einströmungsöffnung fällt.

Fig. 295.



Die Vortrockentrommeln liegen auf der Dachbalkenlage des Gebäudes über den Fertigtrockentrommeln, die unmittelbar von den Vortrommeln mit Salz bespeist werden. Bei den Fertigtrocken-

Digitized by Google

trommeln, die mit Maschinenabdampf geheizt werden, ist über die gufseiserne hohle Welle von 200 *mm* lichtem Durchmesser eine kupferne Röhre von 250 *mm* Weite gezogen. Die auf der Welle befestigten fünf radialen Längsflügel bestehen aus 4 *mm* starkem Kupferblech mit 30 *mm* lichtem Hohlraum. Sie sind 371 *mm* breit. Die beiden Wandungen der Flügel sind gegen einander durch 10 *mm* starke Kupferbolzen mit übergeschobenen Absteifungsringen versteift, so dafs ein Zusammendrücken verhindert wird. Sowohl das Kupferfutter der Welle, als auch die Flügel sind mit einem 1 *mm* starken Zinnübergusse versehen, so dafs das Salz nicht mit dem Kupfer in Berührung kommt. Die Flügelhohlräume stehen mit dem Hohlraume der Welle durch 50 je 25 *mm* weite Löcher in Verbindung. 100 *mm* breite Querwände, die aus kupfernen Siebblechen bestehen, sind in Abständen von 1 *m* so zwischen den Flügeln angebracht, dafs sie abwechselnd an der Peripherie und an der Welle liegen und so den Luftstrom zwingen, auf und ab zu steigen. Damit sich die Querwände, wie die Erfahrung gelehrt hat, infolge der wechselnden Wärme nicht von den Flügeln ablösen, sind sie schwach Sförmig gebogen und geben so beim Ausdehnen und Zusammenziehen des Metalles nach. Die Trommel besteht aus einem 2 *mm* starken Kupfermantel, der mit Holzfutter versehen ist. Entsprechend den fünf Cylinderzellen sind Ausschnitte im Mantel vorgesehen, durch die man das Innere beobachten und Ausbesserungen vornehmen kann. Die Ausschnitte werden durch aufgeschraubte Holzdeckel geschlossen. Die gufseisernen Verschlufskapseln, durch die die Welle in Stopfbüchsen geht, sind, soweit Salz mit ihnen in Berührung kommt, mit verzinntem Kupfer ausgelegt. Die 315 *mm* breiten Kapseln umfassen mit 20 *mm* Breite die Trommel so, dafs ein 1 *mm* breiter Spielraum bleibt, der zum guten Abdichten mit Filz ausgelegt ist. Die obere Hälfte der Kapseln kann leicht entfernt und es können dadurch Ausbesserungen in der Trommel ausgeführt werden. Die Trommeln sind um 16° geneigt. Die hohle Welle ruht auf starken, vor den Verschlufskapseln angebrachten Lagerfüfsen. Die Drehung geschieht durch ein Schneckenrad mit Spindel und Riemenübertragung von der Haupttriebwelle aus.

Der Dampfstrom tritt am oberen Verschlufsdeckel, der Luftstrom am unteren Verschlufsdeckel ein. Um den Luftstrom, der von einem Ventilator zugeführt wird, zu unterstützen, hat man das Abzugsrohr mit dem Herde einer Trockenpfanne in Verbindung gebracht, so dafs die Saugkraft der Pfannenesse mitwirkt. Um zu verhindern, dafs von dem Luftstrome feine Salzteilchen mitgerissen werden, ist in der Abzugsröhre nach Art der Staubfänge ein Salzfang eingeschaltet, und zwar für je zwei Trommeln ein gemeinschaftlicher Salzfang *B* (s. Fig. 296 und 297), aus dem das niederfallende Salz durch einen Schieber herausgezogen werden kann.

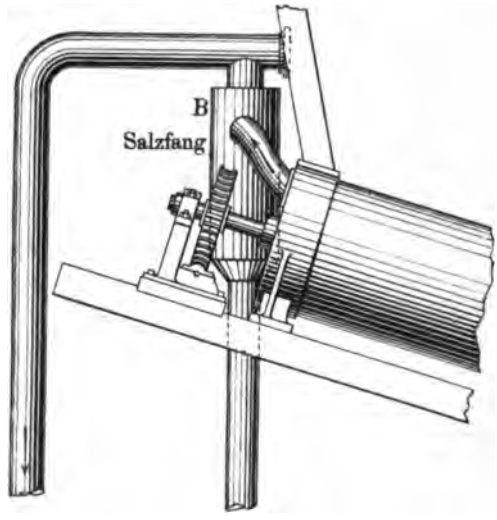
Die vier Dampftrommeln mit 60 *qm* Heizfläche verbrauchten in

Digitized by Google

einer Stunde 166,32 *Liter* Dampf, der als Kondensationswasser gemessen wurde, dabei sind 3168 *kg* Salz getrocknet worden. Sofern hierbei das Salz von 5 *Pzt.* Feuchtigkeit auf 2 *Pzt.* abgetrocknet worden ist, sind 98 *kg* Wasser zu verdampfen gewesen. Wird die Wärmeabgabe der Luft nicht gerechnet, so hat der Dampf mit einer Nutzwirkung von etwa 60 *Pzt.* gearbeitet.

Die Austrageöffnungen der Dampftrommeln münden auf ein Transportband, auf dem das Salz einem Elevator zugeführt wird, der aus *Erard*schen Gliederketten besteht und so gebaut ist, dafs die Kasten zwischen den beiden Ketten durch Befestigungsglieder an die Ketten angeschlossen sind. Bei dem trockenen Salz hat sich ein schädliches Rosten nicht bemerkbar gemacht. Der Elevator hebt das Salz einem oberen Transportbande zu, das aus einem 290 *mm* breiten Segeltuchriemen besteht. In einem Rättersiebe werden Pfannensteinstückchen und etwaige Salzknollen ausgehalten. Erst dann fällt das Salz auf das zu den Magazinen führende Transportband.

Fig. 296.



Seitenansicht

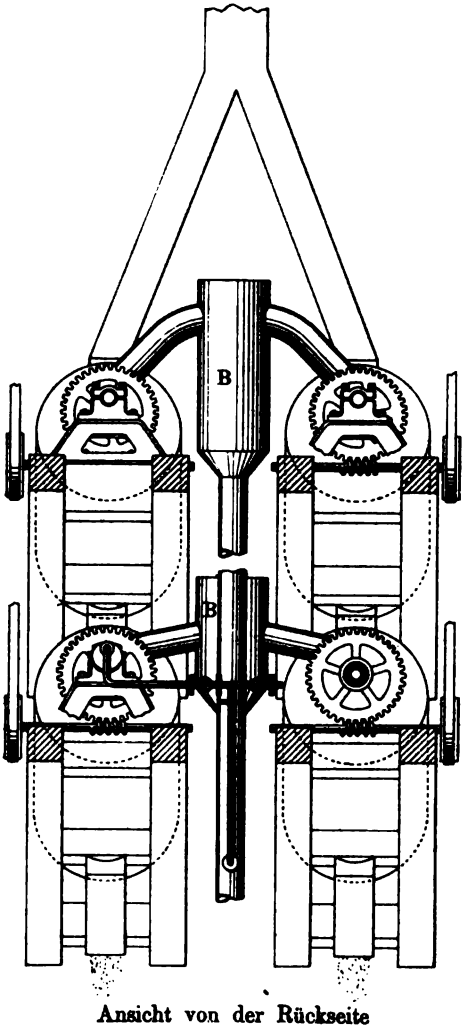
Zu den im Siedehause Huyssen aufgestellten acht, zu je vier gruppirten Trommeltrockenapparaten genügt ein Ventilator von 2 *m* Flügeldurchmesser. Er steht am Schornsteine und bläst die angesaugte kalte Luft durch Röhrensysteme, die in den Kanälen der von der Störpfanne kommenden Abhitze der Feuergase unter der Trockenpfanne für Mittelkorn- und Grobsalz eingebaut sind. Die Heizröhren sind aus 200 *mm* weiten, gufseisernen Muffenröhren zusammengesetzt, die mit schmiedeeisernen Zugstangen so zusammengehalten werden, dafs sie sich nicht aus den Muffen ziehen. Die Temperatur der Trockenluft steigt dabei bis auf 170° *C.* und beträgt im Durchschnitt 120°. Haben sie sich mit Rufs und Flugasche bedeckt, so sinkt die Temperatur auf 80°, sie müssen dann gereinigt werden.

Eine 16pferdige *Wolf*sche Lokomobile, die bis auf neun Pferdestärken in Anspruch genommen wird, dient zum Betriebe der Trocken- und Transportvorrichtungen und liefert den Abdampf zum Heizen der

Digitized by Google

Dampftrommeln. Sie hat 390 *mm* Hub und 315 *mm* Cylinderdurchmesser. Der Dampfkessel hat mit den Siedepfannen eine gemeinschaftliche Esse. Die Anordnung ist aus den Fig. 298 (a. f. S.) und 299 ersichtlich.

Fig. 297.



Ansicht von der Rückseite

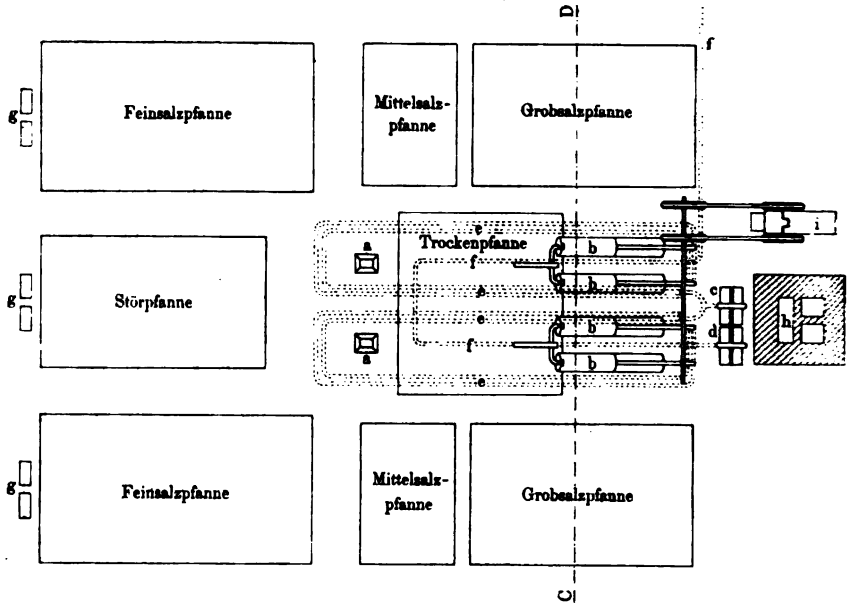
Das Salz tropft, wenn es den Pfannen entnommen wird, zunächst 24 Stunden auf dem Pfannenmantel ab, wird in einzelnen Ladungen zu $2^1/_2$ *Ctr.* in Mulden, die an Deckenbahnen laufen, dem Zerteilungsapparate zugeführt, von dem das Salz binnen fünf Minuten in die Vortrockentrommeln gelangt. Nach 10 Minuten verläfst es die Trommeln als verkaufsfähige Waare, so dafs in der Stunde 30 *Ctr.* (1500 *kg*) Salz fertig getrocknet werden können.

Der Trockenapparat von *Fischer* ist durch ein Zusatzpatent (*D. R.-P.* Nr. 67143 vom 12. April 1892) so abgeändert worden, dafs statt einer cylindrischen eine konische Trommel als Trockenbehälter dient. Die verbrauchte Trockenluft und die Feuchtigkeit werden aus der weiteren, höher liegenden Verschlufskapsel central abgeführt (Fig. 300). Sowohl in der vorderen als in der hinteren Verschlufskapsel sind schräg gestellte, feste oder verstellbare Blechstreifen *c* angebracht, die verhindern sollen, dafs von dem Trockengut in die Zuführungs- und Ableitungsröhren hineinfällt. Im Inneren der Trommel sind an den Längsflügeln *d* und an dem Mantel dachförmig zusammengesetzte Wellblechstreifen *g* an-

Digitized by Google

gebracht, die das Trockengut besser verteilen sollen. Die Zahl der inneren Flügel ist auf vier beschränkt.

Fig. 298.



Trocknung des Salzes in Centrifugen. Wenn es sich nicht darum handelt, gröfsere Mengen von Nebensalzen im Salze zu erhalten, wie beim Formsalz, wo die Nebensalze die Bindefähigkeit erhöhen, sondern wenn man, wie beim klaren Salze (Blanksalze), auf möglichste Entfernung der Nebensalze bedacht zu nehmen hat, dann erscheint die Centrifugentrocknung, das Abschleudern der Flüssigkeit vom Salze, als zweckmäfsigste Trocknungsart, sofern es nicht gelingt, die Nebensalze auf einfache, billige Weise vor dem Trocknen aus dem Salze auszuwaschen. Allerdings lassen manche Salzsorten eine vollständige Trocknung in Centrifugen nicht zu. In Schönebeck erreichte man nur eine Abtrocknung bis zu 4 *Pct.*, und eine Nachtrocknung ist dann nötig. Grobkrystallinisches Salz verliert überdies an seinem Glanze und an der Gleichmäfsigkeit des Kornes.

Für Feinsalz wird man indessen häufig die Centrifugentrocknung mit Vorteil anwenden können. Von Bedeutung ist dabei, ob man selbstthätige Aufgabe- und Austrageeinrichtungen bei den Centrifugen hat, um an Arbeitslohn sparen zu können.

1. Centrifugen ohne selbstthätige Salzaustragung (siehe Fig. 301). Die Centrifugen bestehen aus Siebtrommeln *f*, die sich in einer festen Ummantelung *g* um eine senkrechte Achse *h* mit

Digitized by Google

grofser Geschwindigkeit, mit 1100 bis 1400 Umdrehungen in der Minute, drehen. Sie müssen deshalb aufserordentlich fest verlagert sein und ein schweres Fundament haben. Die Bewegungsübertragung geschieht gewöhnlich durch Friktion einer kleinen Kreiselrolle aus gepreſster Papiermasse an einem gröfseren Triebrade. Eine an der Centrifugenwelle oder besser an der Siebtrommel angebrachte Bremsscheibe *i* ermöglicht ein schnelles Anhalten der Centrifuge, wenn der Antriebriemen auf die Leerscheibe gezogen worden ist.

Die innere Siebtrommel besteht aus einem durchlochten Stahlblech und ist mit einem kupfernen Siebfutter versehen, in das bei sehr feinem Salze auch wohl noch grobe Drillchleinwand eingelegt wird. Der äufsere Mantel *g* besteht aus Eisenblech und ist mit einem hölzernen Deckel versehen, der aufgeklappt werden kann. Das obere Halslager bei *h* ist mit einer selbstthätigen Schmiervorrichtung (nach dem Patente Osenbrück) versehen.

Die *Fesca*schen Regulatorcentrifugen zu

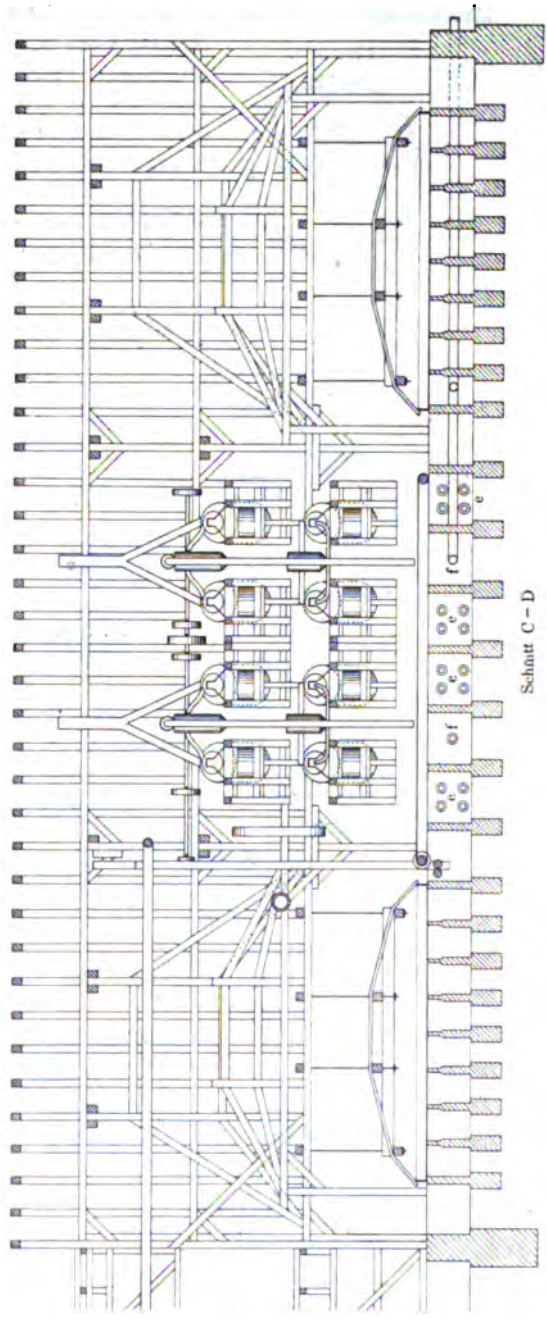
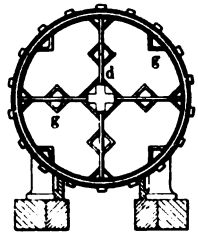


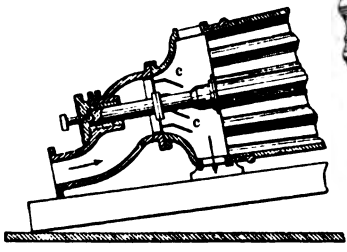
Fig. 299. Schnitt C – D

Digitized by Google

Inowrazlaw[1]) haben 942 *mm* Durchmesser und 471 *mm* Siebhöhe. Das anfänglich gewählte Stahlblechsieb ist später durch ein Kupfersieb ersetzt worden, da das Stahlblech verrostete. Statt der Eisenblechmäntel hat man versucht, stark armirte Holzmäntel zu verwenden. Das Salz wird aus dem Kippwagen *O* (Fig. 302) durch einen Trichter *L* in die Centrifugen *C* gefüllt. Dabei wird in das Sieb eine Ladezarge *d* (Fig. 301), ein cylinderförmiger Körper aus durchlochtem Kupfer-

Fig. 300.





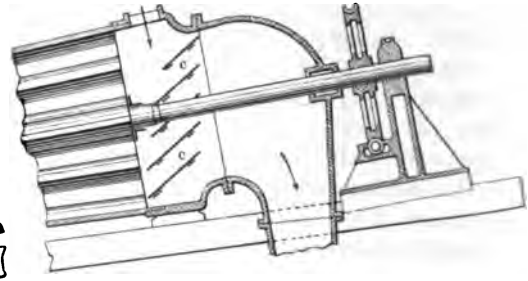
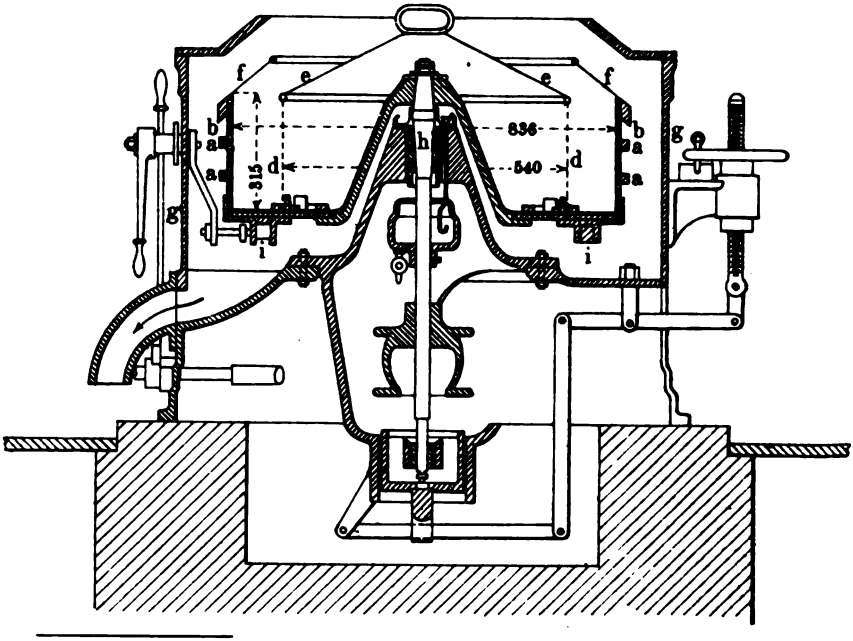


Fig. 301.



[1]) *Pr. Z.* 1879, 37, 17.

Digitized by Google

blech, eingesenkt, der gegen das Centrifugensieb rings einen Spielraum von 95 *mm* läfst. Das Salz wird dabei auf den ringförmigen Raum

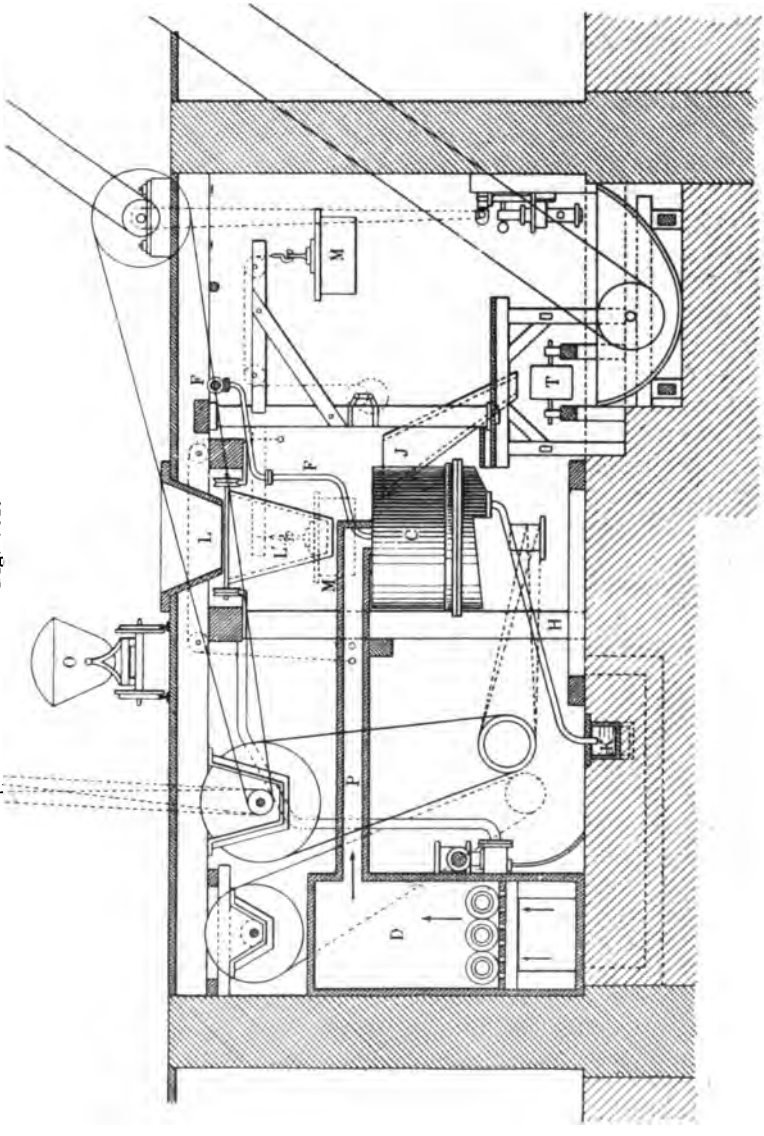


Fig. 302.

verteilt. Dazu dient eine konische Kappe *c* mit Griff. Das Salz fällt dann beim Einfüllen sogleich in den Ringraum. Diese Ladekappe wird nach dem Einfüllen wieder weggenommen und die Klappe des Centrifugendeckels geschlossen.

Digitized by Google

Die Centrifuge wird nun in schnelle Umdrehung versetzt. Man läfst zunächst schwach gepreſsten Dampf durch eine durch den Deckel durchführende Röhre *F*, die mit Gummischlauch an die Dampfleitung angeschlossen wird, eintreten, und vollzieht damit zunächst eine Waschung des Salzes. Durch eine am unteren Teile des Mantels angebrachte Röhre *H* entweicht der etwa nicht kondensirte Dampf. Bei feinkörnigem Salz läfst man fünf Minuten, bei mittel- und grobkörnigem Salz drei Minuten lang Dampf einströmen.

Dann wird der Dampfzutritt abgesperrt und es wird Luft von 40 bis 50° *C.*, die durch Dampf in einem besonderen Ofen vorgewärmt ist, eingeführt. Die Centrifuge saugt aus diesem Wärmofen *D* bei Feinsalz sechs Minuten lang, bei mittelgrobem und grobem Salz drei Minuten lang Luft an, die, nachdem sie die Salzschicht durchströmt hat, ebenfalls, wie vorher der Abdampf, ins Freie geführt wird. Die ausgeschleuderte Soole läuft durch die in dem Boden des Mantels eingeführte Röhre *H* in einen Kanal *K*, der für die ganze, aus acht Centrifugen bestehende Anlage gemeinsam ist, und von da in einen Sumpf, aus dem sie mit einer Pumpe in die Siedepfanne zurückgehoben wird. Zum Herausnehmen des Salzes wird die Centrifuge still gestellt, der Luftstrom abgestellt, der Deckel geöffnet und die Zarge *M* mit einem kleinen Krahne herausgehoben und von anhaftendem Salz gereinigt. Das am Siebe festsitzende Salz wird mit einer hölzernen Stechschaufel gelockert und mit einer kleinen Holzschaufel in die neben der Centrifuge angebrachte trichterförmige Lutte *J* geworfen, durch die es auf einen Transportgurt *T* fällt. Auf diesem gelangt es in einen Elevator, der es zum Magazin führt. Das Salz ist bis auf 2 bis 3 *Pzt.* Wasser abgetrocknet.

Der Luftwärmofen besteht aus einem Bretterkasten *D* von 2,3 *m* Höhe und 1 *m* Breite, durch den unten am Boden drei mit einander verbundene gufseiserne Dampfheizröhren von je 15 *m* Länge, entsprechend der Länge des Wärmofens, und 16 *cm* lichter Weite eingelegt sind. In diesen cirkulirt der Abdampf der Maschinen. Der Boden, auf dem die Röhren liegen, ist durchlöchert. Die von den Centrifugen angesogene Luft tritt durch den Siebboden, umspült die Röhren, wo sie sich erwärmt und tritt am oberen Teile aus dem Kasten durch die Lutte *P* zu den Centrifugen.

Jede Centrifuge wird durchschnittlich mit 55 *kg* Salz beladen. Bei Feinsalz sind 15 Minuten für Eintragen, Trocknen und Austragen jeder Füllung erforderlich, bei mittelgrobem und grobem Salz genügen 10 oder 11 Minuten. Bei 20stündigem täglichem Betriebe sind durch diese acht Apparate monatlich durchschnittlich 833500 *kg* Salz getrocknet worden. Indessen steigt die Monatsleistung auch auf 1000000 *kg*. In einer Stunde Betriebszeit werden rund 30 Ladungen getrocknet. Von Zeit zu Zeit werden die Centrifugen mit Wasser ausgespült.

Digitized by Google

Die Ausführung der Arbeiten mufs sorgfältig beaufsichtigt werden, damit die vorgeschriebenen Zeiten für die Zulassung des Dampfes und der heifsen Luft genau innegehalten und die Trommeln mit der erforderlichen Geschwindigkeit bewegt werden. Anders ist ein gleichmäfsig gut getrocknetes Salz nicht zu erreichen.

Auch in Schönebeck ist seit 1884, zum Ersatz der Pfannentrocknung, Centrifugentrocknung eingeführt worden. Bei dem in dem *Piccard*-Apparate erzeugten feinen Salze war damit eine gute Trocknung zu erzielen, während das in gewöhnlichen Pfannen erzeugte Feinsalz, auch bei Anwendung von Dampf und Luft, wie in Inowrazlaw, nicht bis auf weniger als 4 *Pct.* Wasser entfeuchtet werden konnte. Man trocknete deshalb zunächst auf Flachpfannen, später auf Horden nach, ging aber dann zu Trommeltrockenapparaten über, die dann nach Einführung der Vortrockentrommeln die Centrifugentrocknung verdrängten.

Der Preis einer einzelnen Centrifuge, mit Kupfermantel und kupferner Schleudertrommel von 840 *mm* Durchmesser, stellt sich auf 1625 *Mk.* Eine aus drei Centrifugen bestehende Anlage mit dazu erforderlicher 40 *m* Transporthängebahn, 20 Füllkübeln aus Kiefernholz, die mit Blei ausgelegt sind, zu je 85 *Liter* Inhalt, einer Laugenpumpe aus Rotgufs mit 70 *mm* Pumpenkolben und 200 *mm* Hub, einem horizontalen, 5,5 *m* langen Salztransportgurt und einem 10 *m* langen, steigenden Salztransporteur, den kupfernen Röhrenleitungen für die Lauge, einem runden, schmiedeeisernen Laugenbassin, der Haupttransmission für alle bewegten Teile und 11 zugehörigen Betriebsriemen kostet mit Aufstellung und Fundamentirung etwa 12600 *Mk.*

2. Centrifugen mit selbstthätiger Salzaustragung erlauben einen ununterbrochenen Betrieb und ersparen die Zeit für das Ein- und Austragen, für den Antrieb und das Anhalten der kreisenden Centrifuge.

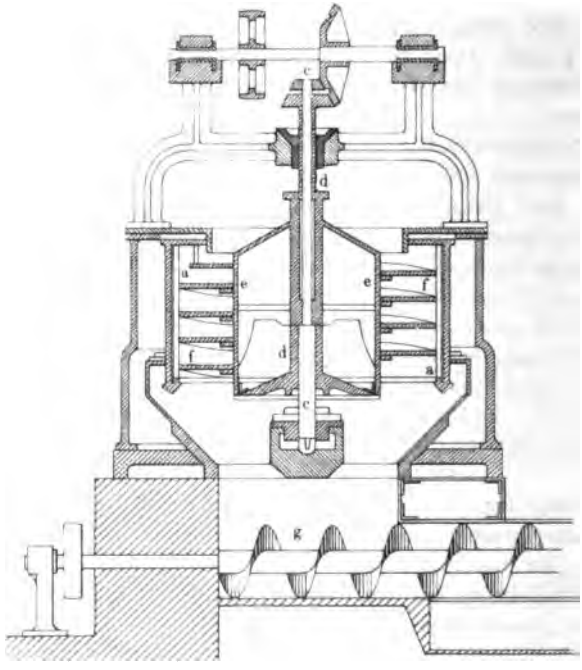
Die Einrichtung ist bei einer *Fesca*schen Differential-Centrifuge folgende [1]). Innerhalb der kreisenden Siebtrommel *a* (Fig. 303, a. f. S.) bewegt sich an einer hohlen, über die Trommeltriebwelle *c* gezogenen Triebwelle *d* ein Metallkorb *e*. Dieser ist an seinem Umfange mit einem bis an die Siebtrommel reichenden Blechstreifen *f* versehen, der sich in mehreren Windungen spiralförmig um den Korb legt und das an die Siebtrommel angedrückte Salz allmählich nach unten schiebt, da der mit Spiralblech versehene innere Korb eine mäfsig geringere Drehgeschwindigkeit erhält als die Siebtrommel. Diese Bewegungsverschiedenheit wird dadurch erreicht dafs die innere massive Welle der Trommel ein kleineres konisches Triebrad besitzt, das weniger Zähne hat als das der darüber gezogenen hohlen Welle des Spiralkorbes. Die äufsere, aus starkem, gelochtem Kupferblech mit Kupfersieb bestehende

[1]) *C. v. Balzberg, Preisschrift.*

Digitized by Google

Trommel hat unten einen gufseisernen Rahmen, der über dem Fufslager die Trommel mit der Triebwelle verbindet. Das Salz fällt, wenn es die Trommel durch die Wirkung des Spiralkorbes unten verläfst, in das Gehäuse *g* einer Transportschnecke, die das getrocknete Salz den Transportkarren oder sogleich dem Magazine zuführt. Über der Centrifugentrommel steht ein Salzaufgabetrichter, dem das nasse Salz durch eine Transportschnecke zugeführt wird. Dem austretenden Salze wird durch die Lutte der Transportschnecke warme, trockene Luft entgegengeführt, die in den Spiralwindungen des Korbes aufsteigt.

Fig. 303.



Statt der Friktionskegelgetriebe werden Zahnradkegelgetriebe angewendet, damit ein stets gleichbleibender Bewegungsunterschied zwischen innerer und äufserer Welle erhalten bleibt.

Da die Handarbeit fast wegfällt, ist der Betrieb billiger, die Centrifuge leistet mehr, es sind also für dieselbe Salzmenge weniger Apparate nötig, und die Anschaffungskosten sind deshalb geringer.

Um das Salz, wie bei dem intermittirenden Betriebe, zunächst mit Dampf auswaschen und dann dem warmen Luftstrome zuführen zu können, wird man je zwei Differential-Centrifugen zusammen arbeiten lassen müssen, von denen die eine zum Dampfwaschen dient und das Salz der anderen mit Luftstrom arbeitenden Centrifuge zuführt.

Digitized by Google

Die Centrifugentrocknung gehört zu den besten Trocknungsverfahren, da mit ihr eine Reinigung des Salzes verbunden ist. Traufbühnen und Vorrichtungen zum Vortrocknen fallen weg. Das Gebäude wird infolge dessen weniger belastet und kann leichter gebaut werden. Die Centrifugenanlage nimmt weniger Raum ein als Trockenpfannen. Die Anlagekosten sind deshalb geringer als bei gewöhnlicher Trocknung. Eine reinliche, völlig staubfreie Bearbeitung und schnelle Fertigstellung des Produktes gehören zu den Vorzügen dieses Verfahrens. Bei gewöhnlicher Trocknung mufs das Salz in der Regel 24 Stunden abtropfen und 24 Stunden unter wiederholtem Umwenden auf den Trockenpfannen liegen. Bei Centrifugen kann jeder Salzausschlag in kaum einer Stunde im Magazine liegen. Auch Kaltlager der Pfannen hindern die Trocknung des ganzen Werkes nicht, während bei gewöhnlicher, durch die Abhitze der Feuergase bewirkter Trocknung auf Pfannen in der Regel zwei Werke, also etwa 400 *Ctr.*, wochenlang bis zur Beendigung der Kaltlagerperiode nafs liegen bleiben müssen, dabei verstauben und unansehnlich werden. Für eine Tagesproduktion von 20000 *kg* sind bei intermittirendem Betriebe fünf oder sechs Centrifugen, bei kontinuirlichem Betriebe nur zwei oder drei Centrifugen erforderlich.

Die zu Bex bei Versuchen mit dem *Piccard*-Apparate angewendete Centrifuge war nach dem System *Buffaud-Frères* gebaut. Diese hatte einen Durchmesser von 1,2 *m* und machte 800 Touren in der Minute. Die Maschenweite des Siebes war drei Quadratmillimeter. Ladungen von je 200 *kg* wurden 7 Minuten geschleudert und trockneten dabei auf 2 *Pzt.* ab. Für jede Ladung waren im ganzen 10 Minuten erforderlich. Auch in Frankreich (Miserey bei Besançon u. a.) und auf der Saline zu Ebensee sind ähnliche Centrifugen in Gebrauch. In Ostindien hat man sie gleichfalls für Seesalz eingeführt.

Der Grundstock, auf dem die Centrifuge gebaut ist, mufs sehr schwer sein, in Bex betrug er 220 *Ctr.* Auf eine Centrifuge kann man $1^1/_2$ bis 2 Pferdekräfte rechnen.

Bei Centrifugentrocknung bleiben die Salzkrystalle scharfkantig, also glänzend, was bei Trommelapparaten weniger der Fall ist. Bei längerem Lagern im Magazine zeigt sich keine Gewichtszunahme infolge von Aufnahme von Feuchtigkeit, während dasselbe auf Flachpfannen getrocknete Salz schon nach zwei Tagen eine merkliche Gewichtszunahme zeigte.

Auch Schmutzsalz kann in Centrifugen durch Einleiten von Soole oder Wasser gut gereinigt werden, ohne dafs ein Salzverlust zu befürchten ist. Das Wasser durchdringt so schnell die Salzschicht, dafs keine Zeit zum Auflösen bleibt. Wo freilich eine völlige Trocknung nicht erreicht wird und Knotenbildung bei der Nachtrocknung des Salzes befürchtet werden mufs, wie nach den Erfahrungen in Schönebeck, da werden die Trommelapparate zweckmäfsig anzuwenden sein.

Digitized by Google

Allerdings haben die Centrifugen auch Nachteile. Die starke Fundirung läfst nur eine Aufstellung zu ebener Erde zu. Die schnelle Drehung bringt Gefahren des Zerspringens, wogegen durch starke Verankerung des Mantels Schutz gegeben werden mufs. Bei Fehlern in der Montirung und ungleicher Beschickung schlagen die Centrifugen. Es ist also grofse Sorgfalt bei der Aufstellung und Beschickung anzuwenden. Auch der starke Aufwand an Riemen, ein starker Verbrauch von Schmiermaterial kommt in betracht und die schnelle Abnutzung verschiedener maschineller Teile.

Die meisten Mängel werden indessen noch durch Verbesserungen beseitigt werden können.

Dafs die Centrifugen bei grobkörnigem Salze weniger wirksam sind als bei Feinsalz, erklärt sich daraus, dafs sich die Salzkrystalle beim Schleudern mit der Trichterspitze gegen den von innen nach aufsen dringenden Luftstrom stellen und infolge dessen die Feuchtigkeit in der Trichterhöhlung festhalten; aufserdem kommt die Eigenschaft des Grobsalzes, Feuchtigkeit zwischen den Krystallen eingeschlossen zu halten, die sich besser durch Verdampfung als durch Bewegung entfernen läfst, hindernd hinzu.

Eingehende Versuche mit der Trocknung in Centrifugen bei mittelfeinem Salze sind auf der Saline zu Ischl ausgeführt worden. Dabei hat man genaue Beobachtungen über die Zeit der Füllung, des Anlaufes, des Schnelllaufes, der Entleerung, die Wärme der zugeführten heifsen Luft, den Trocknungsgrad bei verschiedener Tourenzahl, den Gewichtsverlust des Trockengutes und die Menge der abfliefsenden Mutterlauge gemacht [1]).

Als besondere Trocknungsart ist noch das Auspressen der Mutterlauge aus dem nassen Salze zu bezeichnen, ein Verfahren, das bis jetzt für Siedesalz noch keine Anwendung gefunden hat, jedoch für Seesalz zur Brikettirung von *C. v. Balzberg* vorgeschlagen worden ist (s. S. 688). Das Verfahren wird mehr für Feinsalz als für Grobsalz geeignet sein. Für Salz jeder Körnung wird statt des Auspressens ein Absaugen der Mutterlauge mittels Exhaustoren in geeigneten Filterapparaten, oder wie es dem ähnlich in den Centrifugen geschieht, besser geeignet sein.

Mechanische Salzreinigung.

Bei den gewöhnlichen Arten des Trocknungsverfahrens bleiben die mit dem Salze ausgeschiedenen und die in der anhaftenden Soole noch enthaltenen Nebensalze im trockenen Salze zurück. Die nachteiligen Einflüsse der Nebensalze haben zu Versuchen geführt, das ausgeschlagene Salz durch reine, konzentrirte Soole (Steinsalzsoole) auszuwaschen, indem es auf den Abtropfbühnen mit Soole überbraust wird (s. S. 99).

[1]) *Ö. Z.* 1898, **46**, 506.

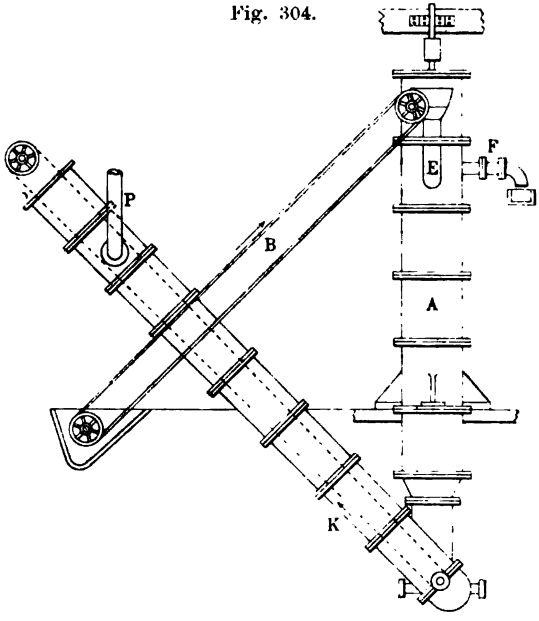
Digitized by Google

Bei der Seesalzgewinnung, wo das Salz in freien Haufen in den Magazinräumen gelagert wird, vollzieht sich, zum Teil wenigstens, die Reinigung durch allmähliches Ablaufen der Mutterlauge im Laufe der Zeit von selbst, oder beim Lagern auf unbedeckten Lagerplätzen überläfst man dem Regen die Reinigung, wobei jedoch ein grofser Teil des Salzes aufgelöst wird und verloren geht oder von neuem gewonnen werden mufs.

Das aus den Siedepfannen ausgeschlagene Salz enthält 20 bis 25 *Pzt.* Soole, mehr bei feinem, weniger bei grobem Salze. Durch längeres Lagern auf den Abtropfbühnen verliert es einen Teil der Soole, so dafs noch etwa 12 *Pzt.* vorhanden sind. Da das Salz etwa $^1/_4$ der Soolmenge ausmacht, so werden immer mindestens 3 *Pzt.* von den in der Mutterlauge enthaltenen Salzen im trockenen Salze enthalten sein.

Die Centrifugentrocknung allein, bei der der gröfste Teil der Soole bis auf 2 oder 3 *Pzt.* abgeschleudert wird, liefert ein besser gereinigtes Salz, so dafs nur noch $^1/_2$ bis $^3/_4$ *Pzt.* von den in der Mutterlauge enthaltenen Salzen durch die zurückbleibende Soole in das Salz übergeführt werden. Durch das Einleiten von Dampf wird dieser Reinigungsprocefs noch befördert.

Fig. 304.



Man wird die Centrifugentrocknung so einrichten können, dafs man nach der Einleitung des Dampfes oder an Stelle des Dampfes reine, konzentrirte Soole (Steinsalzsoole) in die Salzfüllung einfliefsen läfst, so dafs der gröfsere Teil der zerfliefslichen Salze weggeführt wird. Die Dauer des Trocknungsverfahrens wird dadurch etwas verlängert werden, und man erhält mehr Abgangssoole, die zur Versiedung in die Pfannen geführt werden mufs.

Einen Salzwaschapparat hat *Thom. Cranay* in Bay City, Michigan, konstruirt (*D. R.-P.* Nr. 78 446 vom 9. Mai 1893) [1]. Das Salz wird in einem Standrohre A (Fig. 304) und in dem vom Fufse des Standrohres ausgehenden Austragerohre *K* einem Soolstrome entgegengeführt.

[1]) *B.- u. H. Z.* 1895, 54, 194.

Digitized by Google

Durch ein Becherwerk *B* wird das zu waschende Salz dem Aufgabetrichter und durch die Lutte *E* dem Standrohre *A* zugeführt. Ein zweites Becherwerk hebt das Salz durch die Austragelutte *K* heraus. Die frische Waschsoole fliefst bei *P* in die Austragelutte und bei *F* aus dem Standrohre ab. Zur Beförderung des Waschprocesses kann in dem Standrohre *A* noch ein Rührwerk angebracht sein.

Der Apparat wird sich zweckmäfsig mit mechanischen Salzaustragevorrichtungen und mit der Centrifugentrocknung verbinden lassen, bei der dann die Verwendung von Dampf wegfallen kann. Hat man kontinuirliche Pfannenfüllung, so kann die abfliefsende Waschsoole, in der sich die volle Wärme des ausgetragenen Salzes aufgespeichert findet, sogleich in die Siedepfanne einfliefsen. Je nach dem zu erzielenden Reinheitsgrade wird der Zufluís der Waschsoole zu regeln sein. Wendet man kalte Soole zum Waschen an, so werden allerdings die Eisenteile des Apparates schwer vor dem Rosten zu schützen sein, so dafs die Gefahr entsteht, dafs das gereinigte Salz durch Rost gelb und unansehnlich wird. Der Apparat wird dann aus geeignetem Material (glasirten Röhren, Holz) zusammenzusetzen sein.

Vorschläge und Versuche zur Verbesserung des Siedeverfahrens.

A. Einrichtungen zur Versiedung von Soolen mit übergeleiteten oder durchgeleiteten Feuergasen (oberschlächtige Feuerung).

Um die Wärme besser auszunutzen und die Verdampfung zu beschleunigen, sind eine Reihe von Vorschlägen gemacht und Apparate gebaut und patentirt worden, wobei entweder die Feuergase oder heifse trockene Luft mit der Soole unmittelbar in Berührung kommen und eine Erwärmung des Abdampfgefäfses von aufsen wegfällt. Einrichtungen dieser Art sind folgende:

1. Der in Belgien und Frankreich patentirte *Werottesche* Siedeapparat[1]) (Fig. 305) ist aus Backsteinmauerwerk, über der Feuerung und im vorderen Teile des Abdampfgefäfses aus feuerfestem Material hergestellt. In das Verdampfungsgefäfs *C* taucht eine Zunge bis nahe auf den Soolspiegel nieder, so dafs die von dem Exhaustor *D* angesaugten Feuergase gezwungen werden, dicht über den Soolspiegel zu streichen und durch die Soole hindurchzutreten. Die vom Roste *A* entströmenden Feuergase gelangen zunächst in einen Flugaschenfang und treten, dadurch gereinigt, in das Verdampfungsgefäfs. Von dem Bassin *P* aus fliefst durch die Einlafsöffnung *O* beständig Soole nach Bedarf zu. Die Heizgase ziehen mit etwa 65° *C.* durch das Rohr *H*

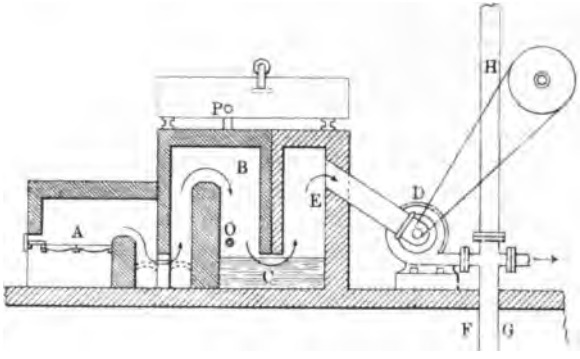
[1]) *B.- u. H. Z.* 1874, **33**, 105. *P. J.* 1874, **212**, 196 (*Simmersbach*).

Digitized by Google

ab. Etwa mitgerissene Flüssigkeit fällt durch das Rohr *F* in das Bassin *G*.

Der Apparat ist ursprünglich zum Verdampfen fettiger, schmutziger Flüssigkeiten bestimmt und zur Verarbeitung der flüssigen Rückstände der Tuchfabriken auf Kalisalze in Betrieb gewesen. Im Salinenbetriebe wird er höchstens zum Garstören von Soole anwendbar sein und kann

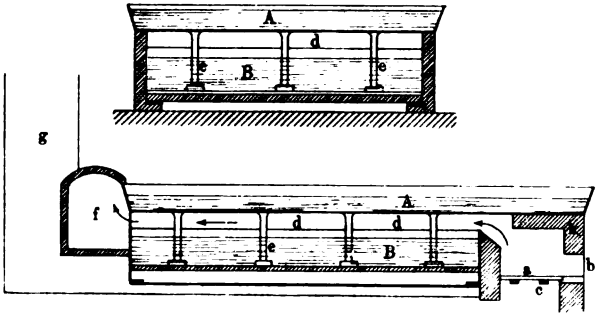
Fig. 305.



dann vielleicht zweckmäfsig mit einer Cirkulirpfanne (S. 880) verbunden werden. Die Rauchgase werden Soole und Salz mifsfarbig machen.

2. *Pohl* in Liverpool versieht die mit oberschlächtigem Feuer betriebene Abdampfpfanne mit einer zweiten Pfanne zur besseren Ausnutzung der sonst in der Überwölbung der Pfanne verloren gehenden Wärme (Fig. 306) [1]). Die Flamme wird durch den nur 76 *mm* hohen

Fig. 306.



Raum zwischen der Flüssigkeitsoberfläche in der unteren und dem Boden der oberen Pfanne hindurchgepreſst. *A* ist die Oberpfanne, *B* die Unterpfanne, *a* der Feuerraum, über dem Roste 1,37 *m* hoch, *b* die Feuerthür, *c* der Rost, *d* der Zugraum zwischen der Sooloberfläche und dem Boden der Oberpfanne, *e* sind Säulen, die auf Bohlen

[1]) *P. J.* 1876, **219**, 245.

Digitized by Google

stehen und die Oberpfanne tragen, *f* ist der Rauchkanal, *g* die Esse, *h* der Feuerbogen.

Je nachdem *d* höher oder niedriger genommen wurde, stieg oder sank die Temperatur der Abzugsgase und war, wenn *d* 152 *mm* hoch war, 200°, bei 203 *mm* Höhe 230°, dagegen bei 114 *mm* Höhe 138°, beim stärksten Feuer nicht über 142°. In der Unterpfanne fiel feinstes Buttersalz, die Temperatur an der Oberfläche wird danach etwa 108,5° gewesen sein. In der Oberpfanne wurde am Ende der Pfanne eine Temperatur von durchschnittlich 49° und über der Feuerung von 71° *C.* beobachtet. Bei 16 tägigem Sude wurde aus 25,27 *pct.* Soole auf 57 *t* Kleinkohle 82 *t* Buttersalz aus der Unterpfanne und 49 *t* grobes Soggesalz aus der Oberpfanne gewonnen, zu deren Gewinnung bei gewöhnlichem Siedeverfahren etwa 81 *t* Kohlen erforderlich gewesen wären. Beim Beschicken der Feuerung wurde die zusammengebackene glühende Kohle stets nach hinten geschoben und die frische Kohle vorn auf den Rost aufgelegt, so dafs sich nur unbedeutende Rauchbildung zeigte. Das Salz aus der Unterpfanne war immerhin so sehr verunreinigt, dafs es nur für gewerbliche Zwecke verwendet werden konnte.

3. *A. Büttner* und *C. Meyer* haben einen Verdampfungsapparat konstruirt, bei dem zahlreiche Plattensysteme abwechselnd in die Flüssigkeit eintauchen oder mit den über die Flüssigkeit streichenden Rauchgasen einer Gasfeuerung in Berührung kommen, sich erwärmen und beim Eintauchen ihre Wärme der Flüssigkeit mitteilen. (*D. R.-P.* Nr. 34031 vom 16. December 1884[1]).

Der gestreckte überwölbte Verdampfungsraum *B* (Fig. 307) hat einen terrassenförmig abgestuften Boden und ist den Terrassenstufen entsprechend durch Schiedwände in einzelne Kammern I bis VI geteilt, die mit Soole gefüllt sind und ein Überfliefsen der Soole aus den höheren Bassins oder Kammern in das nächst niedrigere zulassen. Das höchste Bassin ist mit dem folgenden durch eine am Boden etwas abstehende Schiedwand *b* getrennt. Während diese Schiedwand etwas über den Soolspiegel reicht, tauchen die anderen etwas unter den sonst gleich stehenden Soolspiegel unter. In die erste Kammer wird Soole eingelassen, die dann sämmtliche Abteilungen bis zur tiefsten Kammer durchfliefst. In den einzelnen Kammern hängen Plattensysteme, die abwechselnd in die Soole eingetaucht und mit Soole behaftet herausgezogen werden. In den oberen Teil des Verdampfungsapparates werden die im Raume *A* möglichst von Flugasche befreiten Heizgase einer Gasfeuerung geleitet, die die Oberfläche der Soole und die zahlreichen mit Soole befeuchteten Platten bespült, wodurch eine sehr schnelle Verdunstung erzielt wird.

Während die abwechselnd auf- und abgehende Bewegung der Plattensysteme in den Kammern I und II dadurch hervorgerufen wird,

[1]) *P. J.* 1886, 260, 33.

Digitized by Google

dafs die Zugstangen, die durch das Gewölbe gehen, an einer Kette befestigt sind, die über ein Rad läuft, und dieses Rad durch Kurbelübertragung eine hin- und hergehende Bewegung erhält, werden die Plattensysteme in den anderen Kammern abwechselnd durch eine Reihe von Kurvenscheiben *f* mit Hebeln *h*, die über dem Gewölbe liegen, in der Weise auf- und abbewegt, dafs sich die Platten drei- bis sechsmal so lange aufserhalb der Flüssigkeit befinden, als sie in die Flüssigkeit eintauchen. In der ersten Kammer stehen die Platten am dichtesten, in der letzten Kammer am weitesten aus einander. Die Platten haben auf beiden Seiten horizontal aufgenietete Schienen *a*, wodurch das Abfliefsen der Soole verzögert wird. Die Schienen sind von der oberen Kante aus nach unten mit zunehmenden Abständen befestigt, damit oben, wo die Verdampfung am stärksten ist, die meiste Flüssigkeit haften bleibt. Damit der Flüssigkeitsspiegel immer in derselben Höhe bleibt, ist dafür gesorgt, dafs immer ebenso viel Plattenvolumen eintaucht, als herausgehoben ist. Die Länge der Platten nimmt in den einzelnen Kammern zu, so dafs die am tiefsten liegende Kammer, wo die Soole am konzentrirtesten sein wird, die längsten Platten hat.

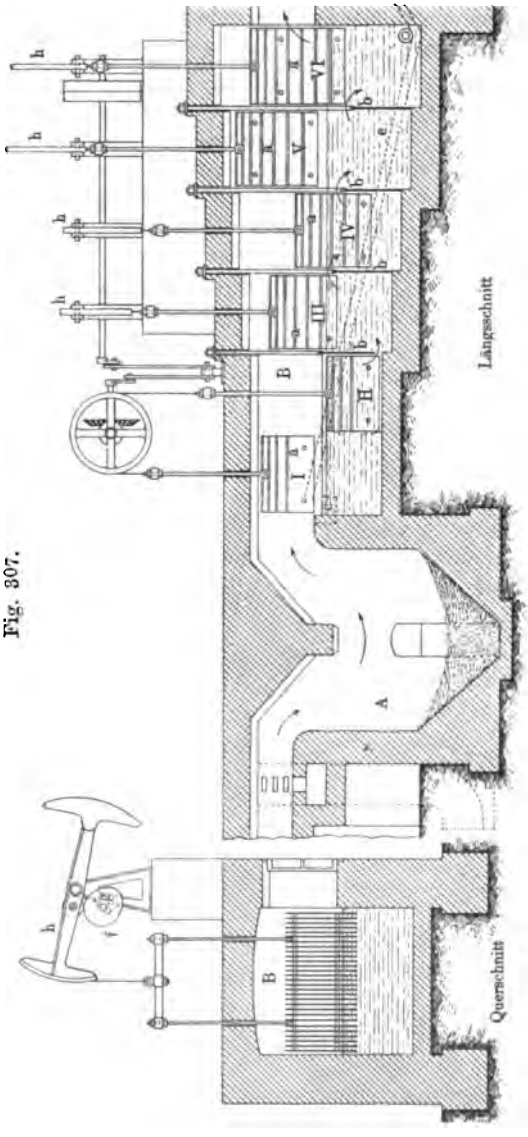


Fig. 307.

Die Verbrennungsgase heizen nach dem Verlassen des Abdampfraumes noch einen Lufterhitzer für die Trocknung, bevor sie in die Esse ziehen.

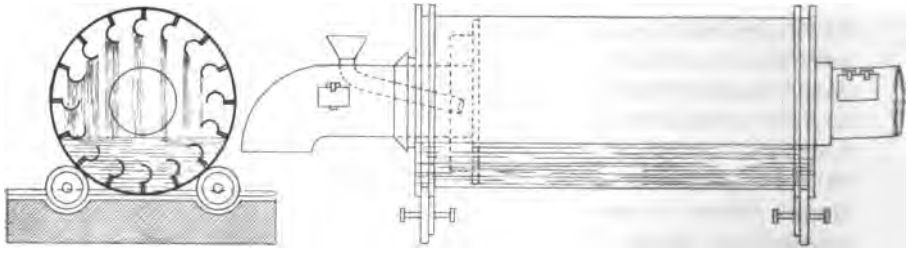
Eine Transportschnecke führt aus der letzten Kammer den Brei (bei Soole das niedergefallene Salz) in den Trockenapparat. Dieser Trockenapparat, der aus vier cylinderförmigen, horizontal liegenden Räumen besteht, in denen sich Flügelwellen nach Art der Rootblowers gegen einander bewegen, ist S. 848 beschrieben (Fig. 287).

In einem Zusatzpatente (*D. R.-P.* Nr. 43 943 vom 11. September 1887) wird die Flüssigkeit in etwas anderer Reihenfolge durch die Kammern geführt. Der Verdampfungsraum hat eine Zwischenwand, die ihn so teilt, dafs in der vorderen Abteilung vier, in der hinteren Abteilung zwei Kammern liegen. Die Soole fliefst zunächst in der vorderen Abteilung durch die Kammern dem Heizgasstrome entgegen und dann durch eine Röhre in die höchste Kammer des hinteren Raumes. Auch kann die Anordnung getroffen werden, dafs die Soole durch sämmtliche Kammern dem Heizgasstrome entgegenfliefst. Im ersteren Falle würde die vordere Abteilung als Störpfanne und die letzte Kammer als Soggepfanne dienen.

Zur Salzgewinnung ist der Apparat wohl noch nicht verwendet worden, er scheint hierzu auch nicht geeignet zu sein, da die Feuergase, trotz Aschenfallkammern, nicht rein genug gehalten werden können. Indessen ist die Ausnutzung der Wärme bei geringsten Wärmeverlusten sehr vollkommen.

4. Ein rotirender, trommelförmiger Verdampfungsapparat für Soole von *Henrik Christian Frederik Strömer* in Christiania (*D. R.-P.* Nr. 40 681 vom Jahre 1886) ist wie folgt eingerichtet. Der Apparat (Fig. 308)

Fig. 308.



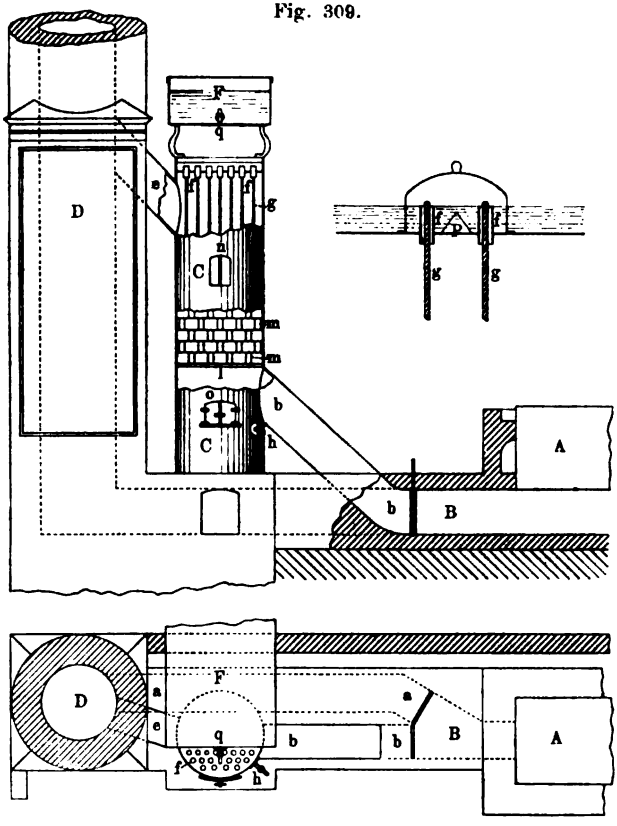
läfst sich mit einem Walzenkessel vergleichen, der auf Friktionsrollen um seine Achse gedreht wird. Die Heizgase durchziehen den Kessel von einem Ende zum anderen und werden central an den Kopfenden eingeführt und herausgeführt. Im Inneren sind am Mantel Blechrinnen angebracht oder Becher mit ausgezackten Rändern, die bei der Drehung die Soole aus dem unteren Teile schöpfen und in feinen Strahlen durch die Heizgase hindurchfallen lassen. Je nachdem schneller oder lang-

Digitized by Google

samer gedreht wird, soll feineres oder gröberes Salz fallen. Die frische Soole wird central am hinteren Kopfende eingelassen.

Der Apparat wird sich allenfalls zum Anreichern von Soole verwenden lassen. Für die Salzgewinnung müfste er mit geeigneter Salzaustragevorrichtung versehen sein. Die Rinnen oder Becher am Mantel werden schliefslich nicht mehr Soole, sondern nur noch ausgeschiedenes Salz anheben, das beim Herabstürzen von den Feuergasen bespült wird.

Fig. 309.



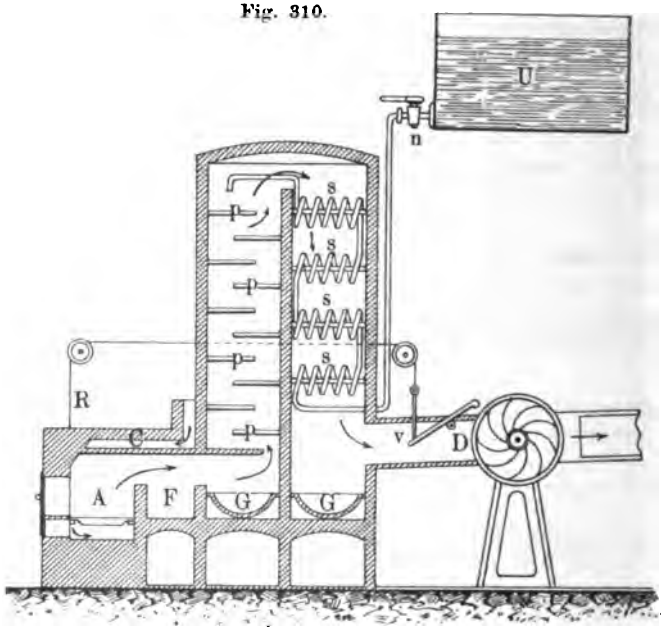
5. Einen anderen Apparat, bei dem ebenfalls die Feuergase mit der Soole in Berührung gebracht werden, hat *Fr. Köppen* in Stafsfurt konstruirt (*D. R.-P.* Nr. 3997 vom 17. Juli 1878 [1]). *Köppen* benutzt die Abhitze von Dampfkesselfeuerungen, die entweder unmittelbar in die Esse oder zuvor durch den Apparat geführt werden können. Der Apparat (Fig. 309) ist ein entweder aus Mauerwerk oder aus Eisenblech hergestellter, aufrecht stehender Cylinder *C*, der oben ein kleines Soolbassin *F* trägt. Aus dem Bassin fliefst die Soole durch den Hahn *q*

[1]) *P. J.* 1879, 232. 422.

Digitized by Google

in einen Tröpfelbehälter, der am Boden Öffnungen hat, in die kleine Röhrchen *f* eingesetzt sind. In die Röhrchen sind Schnüre *g* eingelegt, die im Cylinder herabhängen, und an denen die Soole herabrinnt. Sie fällt dann auf kleine untergestellte Blechcylinder *m*, die verstellt über einander angeordnet sind und der Soole eine grofse Verteilungsfläche bieten. Sie werden von den an Ringen befestigten Stäben *l* getragen. Die Gase ziehen durch die Zwischenräume dieser Cylinder in dem mit Schnüren versehenen Raum aufwärts durch *e* nach der Esse *D*. Durch ein Seitenfensterchen *n* kann man die Vorgänge beobachten. Am Boden ist ein Sammelbassin für die konzentrirte Soole oder das aus-

Fig. 310.



geschiedene Salz angebracht, die durch einen Hahn *h* und eine Thüröffnung *o* entfernt werden können. Damit durch die Röhrchen keine Luft angesaugt wird, sind über die im Boden hervorragenden Enden der Röhrchen Glasglocken mit seitlichem Ausschnitt *P* gestellt, so dafs nur Soole zu den Öffnungen Zutritt hat.

Die Einrichtung ist einfach, vorzugsweise aber doch nur zum Anreichern von Soole zu verwenden. Die Unreinheit der Abzugsgase macht die Vorrichtung nur zur Erzeugung eines minderwertigen Salzes verwendbar. Die Verwendung reiner, erhitzter Luft würde ein besseres Produkt erreichen lassen, die Einrichtung jedoch umständlicher machen.

6. Der Verdampfungsapparat von *F. Courtois* und *van Roy* in Brüssel (*D. R.-P.* Nr. 20393 vom Mai 1882) (Fig. 310) ist ein auf-

Digitized by Google

recht stehender, ummantelter Blechcylinder, der durch eine senkrechte Scheidewand in zwei Teile geteilt ist. In dem einen Teile wird die Soole aus einem höher liegenden Soolbassin *U* zum Anwärmen in vier horizontalen, über einander liegenden Schlangenröhren *s* aufwärts geführt und in dem anderen Teile fliefst sie aus der Röhre auf Platten *p*, die abwechselnd an den Wandungen befestigt sind, von Platte zu Platte und in die am Boden des Kessels aufgestellten Gefäfse *G*. In den letzteren Teil werden die von einem Feuerherde *A* abziehenden Heizgase unten eingeführt, sie bestreichen die Platten, umspülen dann in dem anderen Teile, abwärts fallend, die Spiralröhren und werden durch einen Exhaustor *D* abgesaugt. Zwischen der Feuerung und dem Verdampfungskessel liegt ein Flugaschenfang *F*. Die Verbrennungsluft wird vorgewärmt, indem sie die über der Feuerung liegenden Kanäle *C* durchströmt.

Für die Soolanreicherung oder Salzgewinnung ist die Einrichtung wenig geeignet, da sich die Spiralröhren mit Gyps verstopfen werden. Ein reines Salz kann bei dieser Einrichtung, ebenso wie bei den vorher beschriebenen, nicht erzeugt werden.

B. Einrichtungen zur Verdampfung mit erhitzter Luft.

Ein besseres Produkt wird man erhalten, wenn man statt der Feuergase reine erhitzte Luft durch die abzudampfende Soole leitet. Dieses Verfahren wird bei folgenden Einrichtungen angewendet.

1. Abdampfeinrichtung von *C. v. Balzberg* (Fig. 311 a, b und c, a. f. S. [1]). Cylinderförmige, unten trichterförmige Gestelle oder Kessel tauchen in die mit Soole gefüllten gemauerten Gruben *B* ein. Die Gestelle sind mit abwechselnd gestellten horizontalen Platten versehen, sie werden an Zugketten aufgehängt. Nach dem Einlassen wird durch die mit Hahn versehene Röhre *L* heifse Luft unter die unterste Platte des Gestelles eingeblasen. Die Luft steigt in der Soole aufwärts, erwärmt diese und entweicht, mit Wasserdampf gesättigt, bei *o*. Das Salz setzt sich in den Gestellen auf den Platten ab. Ist die Schicht 3 bis 4 *cm* stark, so wird das Gestell herausgehoben und über Soolrinnen in seitlich liegenden Kammern zum Abtropfen stehen gelassen. Darauf werden die Gestelle in die Trockenkammern und dann in die Magazine geschoben, wo sie entleert werden. An Stelle des herausgenommenen wird ein anderes Gestell in das Soolbassin eingehängt. Die von den Gestellen abtropfende Soole fliefst durch einen Kanal wieder in das Soolbassin zurück. Zur Beförderung der Gestelle dienen Hängebahnen. Die Trockenkammern werden mit der durch die Kondensation der Dämpfe erwärmten Luft geheizt. Zur Anlage gehören eine Luftpumpe und ein Winderhitzer. Die Platten werden durch Stützen gehalten. Sie können

[1]) *C. v. Balzberg, Preisschrift.*

Digitized by Google

zweckmäfsig von Glas oder Steingut hergestellt sein. In den Magazinen wird das Salz von den Platten herabgekrückt.

Für die Salzgewinnung im Grofsen ist die Einrichtung nicht zweckmäfsig. Das Salz wird an den Platten festbacken und nur in zusammen-

Fig. 311 a.

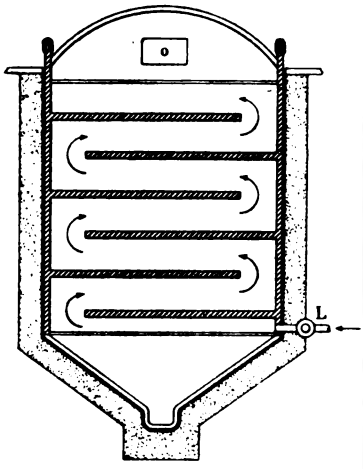


Fig. 311 b.

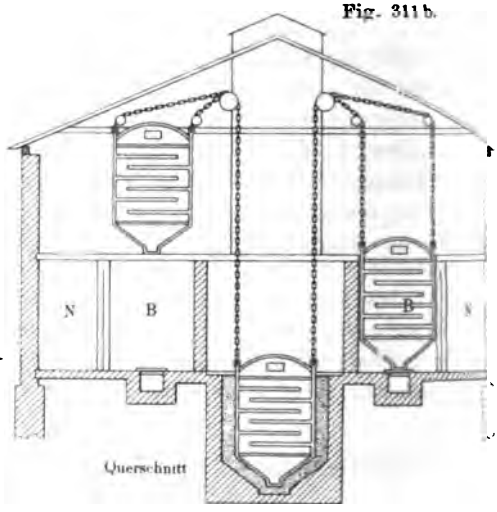
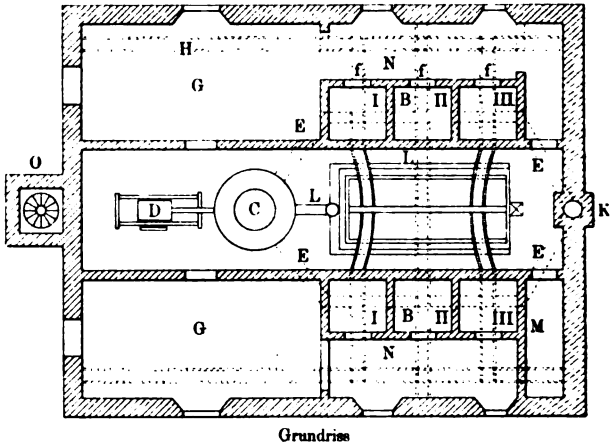


Fig. 311 c.



Grundrisse

geballten Stücken gewonnen werden können. Nur feinkörniges Salz wird ausfallen.

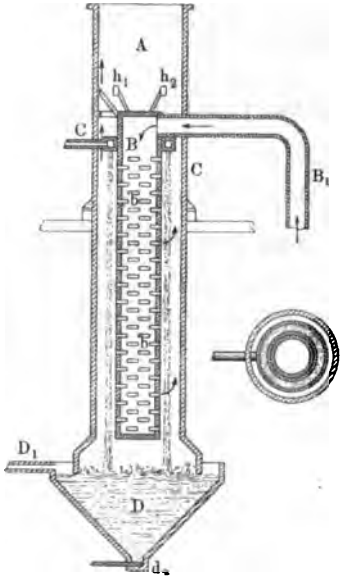
2. Abdampfeinrichtung der *National Salt and Chemical Company* in New Jersey, Ver. Staaten (*D. R.-P.* Nr. 57757[1]). Die Salzlösung wird in feinem Sprühregen einem Strome heifser Luft ent-

[1]) *O. Z.* 1892. **40**. 503. *P. J.* 1893. **288**. 188.

Digitized by Google

gegengeführt und infolge dessen sehr schnell verdampft. Das Abdampfgefäfs (Fig. 312) ist ein oben und unten offener cylindrischer Kessel *A*, der unten in das mit Soole gefüllte Gefäfs *D* eintaucht. In dem Kessel hängt ein mit Schlitzen versehener Cylinder *B* herab, der oben, seitlich mit einem Luftzuführungsrohre B_1 versehen ist. An dem äufseren Umfange des inneren Cylinders tropft aus einer Ringröhre Soole herab, die dabei der aus den Schlitzen austretenden heifsen Luft begegnet und verdunstet. Das Salz setzt sich am Boden des Gefäfses *D* ab, aus dem es durch den Schieber d_2 entnommen werden kann. Die überschüssige Soole fliefst am oberen Rande des Untergefäfses bei D_1 ab und wird durch eine Pumpe wieder dem Verdampfungscylinder zugeführt. Die Einrichtung ist auch so abgeändert, dafs der innere Cylinder ganz wegfällt und die Luft am unteren Teile des Kesselmantels durch Öffnungen in den Verdampfungsraum tritt.

Fig. 312.



Die Einrichtungen zur Verdampfung von Soole durch übergeleitete Feuergase oder durch Einführung heifser Luft haben bis jetzt in gröfserem Umfange keine Anwendung gefunden. Die Erzeugung stark erhitzter, trockener Luft ist schwierig und kostspielig und erfordert mehr Wärmeaufwand als das gewöhnliche Siedeverfahren. Die Anwendung wird sich beschränken auf die Ausnutzung verfügbarer Abhitze von Feuerungen der Pfannen oder Dampfkessel. Diese abziehenden Gase sind indes zu stark verunreinigt, als dafs man damit weifses Salz erzeugen könnte.

Der Vorteil der Einrichtungen ist in der guten Wärmeausnutzung zu erblicken, die sich daraus ergiebt, dafs das Verhältnis der nutzbaren Wärmeübertragungsfläche zur Fläche der zu Wärmeverlusten Anlafs gebenden Umfassungswände sehr grofs sein kann. Bei Flachpfannen mit gewöhnlichen Herden ist das Verhältnis wie 1 zu 1,4 und, wenn die Mantelfläche als Umfassungswand mitgerechnet werden soll, wie 1 zu 2,8; bei dem *Büttner*schen Plattenapparate (S. 873) ist das Verhältnis z. B. wie 800 zu 113, also etwa 20 mal gröfser als bei Herdpfannen. Die von einer Feuerung ausströmenden Gase sind im stande, die ganze verdampfte Wassermenge aufzunehmen. Statt kostspieliger eiserner Pfannen, die viel Unterhaltungskosten erfordern, kann man gemauerte

Digitized by Google

Pfannen oder Betonpfannen anwenden, die sich wenig abnutzen. Die vorgeschlagenen Konstruktionen sind jedoch meist zu umständlich und kostspieliger als die verfügbaren Wärmequellen. Die Anwendung heifser Luft könnte allein für diese Arten des Abdampfverfahrens geeignet sein, jedoch geben die Lufterhitzer wiederum viel Gelegenheit zu Wärmeverlusten. Die Einrichtungen sind überdies nicht, wie gewöhnliche Pfannen, jederzeit so leicht zugänglich, dafs man das Salz und die Ansätze ohne Schwierigkeit entfernen kann.

Eine Bedeutung für die Siedesalzgewinnung im Grofsen werden diese und die vorgenannten Einrichtungen und Vorschläge nicht erlangen können.

C. Salzgewinnung durch Abkühlung.

a. Salzgewinnung durch Abkühlung der Soole unter den Siedepunkt.

Jenen Arten der Salzgewinnung, wobei Rauchgase oder heifse Luft über oder durch die Soole oder einem Soolstrome entgegen geführt werden, schliefsen sich folgende Einrichtungen an, bei denen auf eine Abdampfung während der Salzabscheidung verzichtet und nur auf die Verdunstungskraft und abkühlende Wirkung der atmosphärischen Luft gerechnet wird. Andererseits erinnern die Verfahrungsarten an die Methoden der Soolgradirung.

Ch. Jos. Ed. Cantenot in Lons-le-Saunier zerstäubt die erwärmte Soole in einem etwa 12 *m* weiten, 16 *m* hohen Turme, wo ihr durch einen Exhaustor ein schwacher Luftstrom entgegengeführt wird. Durch Verdunstung und Abkühlung der Soole fällt Salz in feinster Körnung aus. Das niedergefallene Salz wird aus der sich am Boden des Turmes ansammelnden Soole ausgezogen, die Soole dem Zerstäuber wieder zugeführt (*D. R.-P.* Nr. 76546 vom 24. Dezember 1893).

Hierher gehört ferner das zu Moutiers in Savoyen früher übliche Verfahren der Seilgradirung (s. S. 548), wobei gar gestörte Soole an ausgespannten Seilen herabrieselte und infolge der Abkühlung und Verdunstung Salz gewonnen wurde.

Nach *Hermann Frasch* in Cleveland (*D. R.-P.* Nr. 25217 vom Jahre 1883) wird die Soole in einem offenen, mit Heizröhren versehenen Gefäfse erhitzt, sie läuft dann über eine lange, flache Pfanne mit Längszunge, an der einen Seite hin und kehrt an der anderen Seite wieder zum Erhitzer zurück (Cirkulirpfanne). Es wird bei dieser Einrichtung, anders als bei der zu Moutiers gebräuchlich gewesenen Seilgradirung, ähnlich wie bei der Tafel- oder bei der Pritschengradirung (s. S. 547 u. 548), erhitzte Soole in starker Verteilung zu schneller Verdunstung und Abkühlung gebracht, indem als Abkühlungsfläche eine flache Pfannenbahn gewählt ist und das erforderliche Heraufpumpen der abgekühlten Soole wegfällt, der Kreislauf vielmehr durch die Erwärmung hervorgerufen wird. Ähnlich ist die Röhrendampfpfanne zu

Digitized by Google

Meadowbank (s. S. 802, Fig. 253) eingerichtet. Die Heizgase der Rostfeuerung *F* (Fig. 313a, b) durchströmen zunächst das obere Röhrensystem *D* des Erhitzers, dann das untere Röhrensystem *E* durch Vermittelung des Kanals *G* und ziehen unter dem Kessel bei *J* nach der Esse, so dafs der Soole eine grofse Heizfläche geboten wird. Die erhitzte Soole fliefst oben in die Pfannenbahn *A* ab, mufs hier wiederholt über kleine Hindernisse *M*, *N* fliefsen, bei denen durch eingelegte

Fig. 313a.

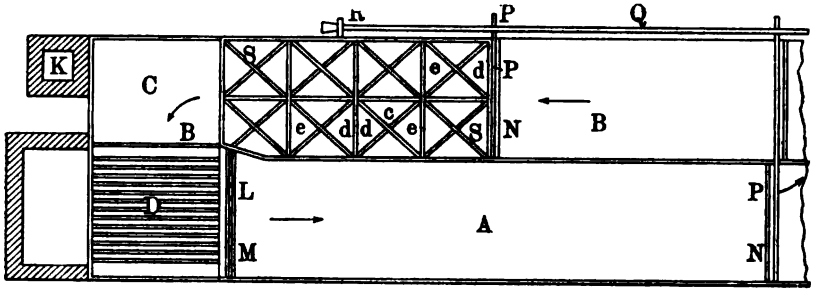


Fig. 313b.

Querröhren *L*, *P* mit einem Injektor mit Dampf vermischte Luft in die Soole eingeblasen wird, wodurch diese in lebhafter Bewegung bleibt. Es wird dadurch eine stärkere Verdunstung und Abkühlung erreicht, was erforderlich ist, damit nicht allzu grobes Salz fällt. Rückläufig, in der Pfannenbahn *B*, fliefst die abgekühlte Soole in den Teil *C* des Erhitzers, der kein Heizröhrensystem enthält und an einer tieferen Stelle mit dem mit Heizröhren versehenen Teile in Verbindung steht. Durch das Erhitzen der Soole wird eine beständige Cirkulation erhalten. Zum Auffangen des niederfallenden Salzes sind Netze, und zwar mit Canevas überspannte Rahmen auf den Boden der Pfanne gelegt, die an Rollen hängen und nach Bedarf herausgezogen werden können. Die Rollen hängen an einer Bahn, auf der die mit Salz gefüllten Netze sogleich zu der Entleerungsstelle gefahren werden können.

Die Verdunstungsfläche ist etwa 60 *m* lang und $5^1/_2$ *m* breit. Die Wärmeausnutzung bei dieser Einrichtung ist mangelhaft. Die Gase werden vom Erhitzer mit sehr hoher Temperatur zur Esse abziehen. Die Wärme der Soole geht völlig verloren. Feinsalz wird nicht gewonnen werden können. Der Hauptnachteil ist aber darin zu sehen, dafs der Erhitzer offen ist, so dafs sich an dem Heizröhrensystem sehr starke Ansätze von Gyps und Pfannenstein bilden werden, die die

Digitized by Google

Wärmeübertragung beeinträchtigen und Anlafs zur Zerstörung der Heizröhren geben.

Die getrennte Erhitzung und Verdunstung der Soole in geschlossenen Gefäfsen mit möglichster Wärmeausnutzung ist in den weiter unten beschriebenen Apparaten von *Piccard-Weibel* und *Schäffer u. Budenberg* in besserer Weise durchgeführt. In dem Patente Nr. 13938 vom 28. September 1880 ist der Erhitzer mit einer geschlossenen Flachpfanne zur Grobsalzerzeugung verbunden. Bei Benutzung von Abhitze oder Abdampf wird sich die Cirkulirpfannen-Einrichtung immerhin mit einigem Vorteil zur Grobsalzgewinnung verwenden lassen, zweckmäfsig so, dafs der Erhitzer geschlossen ist.

Zu den Einrichtungen, bei denen die Abkühlung erwärmter Soole zur Salzgewinnung dienen soll, gehören auch die unter dem Abschnitt Vakuumverdampfer S. 912 u. 922 beschriebenen Einrichtungen von *Schäffer u. Budenberg* (*D. R.-P.* Nr. 13939) und des Salzbergwerkes Neustafsfurt (*D. R.-P.* Nr. 48873). Bei der ersteren, einer Grobsalzvakuumpfanne, wird die von einem Verdampfer kommende gesättigte Soole über eine geschlossene, flache Pfanne geleitet, wo sie sich um etwa 5° abkühlt und der Abkühlung entsprechend Salz fallen läfst, und dann dem Verdampfer wieder zugeleitet. Der Verlauf ist also ähnlich wie bei der Einrichtung von *Frasch*. Mittels eines Ventilators wird beständig Luft über die Oberfläche der Soole geblasen, so dafs aufser der Abkühlung auch eine Verdampfung erreicht wird.

Bei der Neustafsfurter Einrichtung wird kalte gesättigte Soole zur Dampfkondensation benutzt, dadurch angewärmt und zur weiteren Aufnahme von Salz befähigt. Die Soole wird in einem Lösegefäfse mit Steinsalz angereichert, fliefst durch ein Klärgefäfs und darauf in Kühlpfannen, in denen sich infolge der Abkühlung grobkörniges Salz absetzt. Die abgekühlte Soole wird dann wieder zur Kondensation benutzt.

b. Salzgewinnung durch Abkühlung der Soole bis nahe zum Gefrierpunkte.

Einrichtungen dieser Art sollen den Vorteil bieten, dafs bei der Ausscheidung in der Kälte ein nahezu gypsfreies Salz gewonnen wird, und dafs man unter Umständen für einen Teil des Wärmeaufwandes oder sogar ohne Wärmeaufwand durch verfügbare Betriebskraft Salz aus wässriger Lösung gewinnen kann.

Konrad Hirzel in Winterthur gewinnt gewässertes Kochsalz aus der bei gewöhnlicher Temperatur gesättigten, bis auf etwa 17° unter Null abgekühlten Soole, zieht dieses von der Soole schnell weg und bringt die Salzkrystalle auf einen Tüchertrocknungsapparat (*D. R.-P.* Nr. 73162 vom 28. September 1892).

Bei einer Abkühlung der Soole auf —10 bis 17° *C.* sollen etwa 10 bis 12 *Pzt.* des ganzen Salzgehaltes der gesättigten Soole als Doppelhydrat ($NaCl \cdot 2H_2O$) ausfallen, ohne dafs Salz an den Kühlflächen

Digitized by Google

des Apparates anhaftet. Auf dem Boden des Gefäfses sammelt sich das Salz als beweglicher Brei.

Die etwa 27 *pct.* Soole wird zunächst in dem Kühlgefäfse *A* (Fig. 314) vorgekühlt. Dies geschieht in der Weise, dafs die von dem Salzausscheidungsgefäfse mit -17^0 abfliefsende Soole im Gegenstrome die mit etwa $+12^0$ zufliefsende frische Soole bis auf etwa -12^0 abkühlt, indem sie das im Gefäfse *A* liegende Röhrenbündel umspült und, auf etwa $+8^0$ erwärmt, zur erneuten Anreicherung mit Salz abfliefst. In dem Gefäfse *B*, das unten einen trichterförmigen Teil hat, liegt die Kühlspirale, der auf der einen Seite flüssiges Ammoniak zugeführt, während von der anderen Seite der Ammoniakdampf abgesogen wird. Die Soole kühlt sich bis auf -17^0 ab und läfst Salz bei -10 bis -17^0 fein krystallinisch fallen. Das Doppelhydrat krystallisirt in sechseckigen, dünnen Blättchen von 2 bis 6 *mm* Seitenkante. Bei weiterer Abkühlung unter -17^0 scheidet sich ein 10faches Hydratsalz, $NaCl.10H_2O$, ab, das sich an den Kühlflächen ansetzt und die Wärmeübertragung hindert. Die Ausscheidung dieses Salzes mufs deshalb vermieden werden. Der Salzbrei wird mittels einer Kreiselpumpe in ein Abtropfgestell *C* gebracht, von dem die abtropfende Soole dem Gefäfse *B* wieder zufliefst. Aus dem Abtropfgestell, das zum Kippen eingerichtet ist, wird das Salz in den Aufgebetrichter *D* des Trockenapparates *E* gestürzt, wo es einem heifsen, trockenen Luftstrome entgegengeführt wird, der das im Salzbrei enthaltene Wasser wegnimmt. Zur Trocknung ist ein Tüchertrockenapparat (s. S. 851) vorgesehen. Diese Trocknung mit heifser Luft ist erforderlich, da sonst das Chlornatriumhydrat, das etwa 40 *Pct.* Wasser enthält, zerfliefsen würde, so dafs mindestens ein Viertel des Kochsalzes in der gebildeten Soole der Gewinnung entzogen bliebe.

Als Vorteile des Verfahrens werden bezeichnet: die Reinheit des Salzes, das feine Krystallkorn, Ersparung von Brennstoff, der völlig entbehrlich wird, wenn Wasserkräfte zur Verfügung stehen — es wird dann mit Centrifugen getrocknet, sonst genügt eine Pferdekraft bei 240 *kg* täglicher Salzerzeugung, so dafs mit 1 *kg* Kohle 6,6 *kg* Salz gewonnen werden können —, Arbeitsersparnis, da das Salz selbstthätig bis in die Lagerräume befördert wird, und geringe Abnutzung der Apparate. Der Abdampf der Kraftmaschinen oder die Abgase der Feuerungen der Dampfkessel können zur Erhitzung der Trockenluft verwendet werden.

Will man Dampfmaschinen ohne Kondensation zum Betriebe anwenden, so wird empfohlen, den Abdampf in Röhrenpfannen zum Eindampfen der Soole zu verwenden, so dafs diese von neuem konzentrirt wird, sonst wird sie durch Auflösen von Steinsalz, Einleiten in Sinkwerke oder Bohrlöcher wieder so weit angereichert, dafs sie von neuem bei gewöhnlicher Temperatur gesättigt ist.

Das erstere Verfahren der Anreicherung wird einen bedeutenden Wärmeaufwand erfordern, da eine bestimmte Soolmenge, um deren

Digitized by Google

ganzen Salzgehalt zu gewinnen, so vielmal in Umlauf gebracht und wieder angewärmt und abgedampft werden muſs, als das Verhältnis

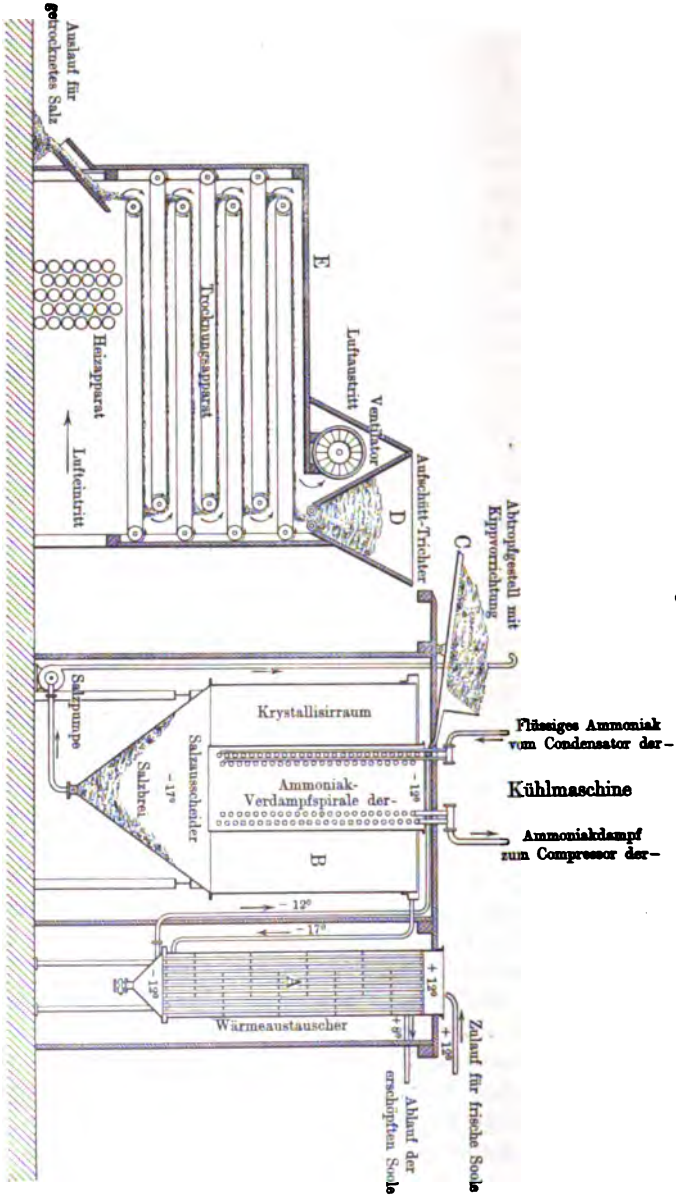


Fig. 314.

des ganzen Salzgehaltes zu dem bei der Abkühlung ausfallenden Salze angiebt. Ist der Salzausfall 10 *Pct.* der ganzen Salzmenge, so ist ein

Digitized by Google

10 maliger Umlauf nötig. Mit Abdampf, der nicht etwa 2 *Atm.* Pressung hat, wird man Soole nicht unter Sieden verdampfen können. Es wird also nur bei etwa 80° *C.* eine stärkere Verdunstung möglich und deshalb zur Anreicherung viel Zeit nötig sein, oder es sind sehr grofse Röhrenpfannen erforderlich.

Wird mit Steinsalz in Sinkwerken oder in Bohrlöchern angereichert, so wird man eine bedeutende Soolmenge in Vorrat haben müssen; denn es erfordert viel Zeit, bevor sich eine ungenügend gesättigte Soole bei gewöhnlicher Temperatur vollauf sättigt. Wird sie aber nicht vollauf gesättigt dem Verfahren unterworfen, so wird der Salzausfall um so geringer sein.

Durch einen Wärmeausgleicher (*A*, Fig. 314) wird die abströmende kalte Soole in dem Mafse vorgewärmt, als die zuströmende wärmere Soole abgekühlt wird. Die Salzabscheidung wird dann schon im Wärmeausgleicher beginnen, und es ist nicht ausgeschlossen, dafs sich dann die Zwischenleitungsröhren verstopfen. Beginnt der Salzausfall erst im Kühlapparate (*B*, Fig. 314), also bei — 12°, so wird die sich ausscheidende Salzmenge sehr gering sein.

Die Menge des bei der Abkühlung sich ausscheidenden Kochsalzes ist verschieden, je nach der Zusammensetzung der Soole und nach dem Temperaturgrade, bei dem die Sättigung der Soole erreicht wird. Nur unter besonderen Verhältnissen werden gegen 12 *Pzt.* des ganzen Kochsalzgehaltes ausfallen. Es wird auch nach der Ausscheidung des Chlornatriumhydrates zwischen — 10 und — 17° *C.* eine gesättigte Kochsalzlösung zurückbleiben mit so viel Kochsalz, als in dem übrigen Wasser gelöst gehalten werden kann.

Nach *Poggiale* (s. S. 30) lösen 100 *Tle.* Wasser

bei — 15° *C.* 32,73 *Tle.* Kochsalz,
„ + 14° „ 35,87 „ „

Nur 3,14 *Tle.* Kochsalz oder 8,7 *Pzt.* der vorhandenen Salzmenge werden ausfallen und mit einem Teile der Soole Chlornatriumhydrat bilden können. Dieses wird sich alsbald bei gesteigerter Temperatur in Kochsalz und Soole zerlegen. Da aufserdem mit dem ausgefallenen Salze noch etwa $^1/_3$ anhaftende Soole aus dem Krystallisirgefäfse gehoben wird, so mufs immer noch ein beträchtlicher Teil Salz durch Verdunstung oder Verdampfung des Wassers beim Trocknungsprozesse gewonnen werden, wenn nicht Centrifugentrocknung angewendet wird. Der im ausfallenden Hydrat enthaltene Salzgehalt berechnet sich wie folgt.

62 *Tle.* Chlornatrium im Hydrat erfordern 38 *Tle.* Wasser, also 1 *Tl.* Chlornatrium im Hydrat erfordert 0,613 *Tle.* Wasser.

Die bei — 15° gesättigte Soole enthält auf 100 *Tle.* Wasser 32,73 *Tle.* Chlornatrium, auf 1 *Tl.* Chlornatrium 3,055 *Tle.* Wasser. Die bei + 14° gesättigte Soole enthält auf 100 *Tle.* Wasser 35,87 *Tle.*

Digitized by Google

Chlornatrium. Den Kochsalzgehalt x im Hydrat findet man aus der Gleichung:

$$0{,}613\,x + 3{,}055\,(35{,}87 - x) = 100,\ x = 3{,}924,$$

d. i. von 35,87 Kochsalz 10,93 *Pzt.*

Diese haben im Hydrat 2,403 *Tle.* Wasser, die bei — 15° 0,787 *Tle.* Salz gelöst halten können, bei höherer Temperatur mehr. Bei der Erwärmung des Hydrates entstehen also 3,137 *Tle.* Salz und 3,190 *Tle.* Soole. Kommen noch $33^1/_3$ *Pzt.* von 3,924 als anhaftende Soole hinzu = 1,308 *Tle.* Soole, so liefern diese zusammen 4,498 *Tle.* Soole, oder von 132,73 *Tln.* Soole etwa 3,4 *Pzt.* 3,924 *Tle.* Salz im Hydrat und 0,322 *Tle.* in anhaftender Soole liefern 4,246 *Tle.* Salz, von 35,87 *Tln.* 11,8 *Pzt.* An Wasser sind dann in dem ausgeschlagenen Salze etwa 44 *Pzt.* enthalten, nämlich 2,403 *Tle.* im Hydrat und 0,985 *Tle.* in anhaftender Soole. Nach dem Erfinder sollen 40 *Pzt.* Wasser im Salze sein.

Diese 11,8 *Pzt.* scheiden sich nur ab, wenn die Soole bei + 14° *C.* vollauf gesättigt ist. Ist sie minder gesättigt, so fällt weniger aus. Gelangt die Soole erst mit — 12° in den Abkühler, so wird der gröfste Teil des Salzes im Wärmeausgleicher ausgeschieden und zwar bis zu der Temperatur von — 10° als gewöhnliches Kochsalz, darunter als Hydratsalz. Es wird nicht ausgeschlossen sein, dafs das zunächst ausfallende Kochsalz im Wärmeausgleicher an den Wandungen der Röhren ankrystallisirt, den Wärmeausgleich beeinträchtigt und schliefslich die Röhren verstopft.

Edgar Alfred Goddin in London. Verfahren zur Gewinnung von Salzen, insbesondere von Kochsalz, aus ihren Lösungen (*D. R.-P.* Nr. 102758 vom 1. Dezember 1897).

Während nach dem *Hirzel*schen Verfahren die von dem Krystallisirgefäfse abfliefsende geschwächte Soole von neuem durch Auflösen von Salz gesättigt wird, sucht *Goddin* die Sättigung durch Abdampfung zu erreichen. Damit von der hierbei aufgewendeten Wärme möglichst wenig verloren geht, wendet er ebenfalls Wärmeausgleicher an, in denen die vom Verdampfer kommende Soole ihre Wärme an die entgegenströmende, vom Krystallisirgefäfse kommende kalte Soole abgiebt, so dafs diese vorgewärmt zum Verdampfer zurückkehrt. Als Wärmeausgleicher dienen zwei Kasten, die kulissenartig gestellte, abwechselnd am Boden oder am Deckel anschliefsende Schiedwände haben, zwischen denen eine Röhrenleitung in vielen Windungen verläuft. Durch die Röhrenleitung fliefst die heifse Soole dem Abkühler zu; durch die Kasten, zwischen den Schiedwänden auf- und absteigend und die Schlangenröhren umspülend, fliefst die abgekühlte Soole zum Verdampfer. Der erste Wärmeausgleicher wird äufserlich durch die Abhitze der Feuergase des Verdampfers erwärmt, damit die zum Verdampfer zurückfliefsende Soole möglichst gut vorgewärmt wird. Der zweite Wärmeausgleicher ist mit Wärmeschutz umgeben, damit die

Digitized by Google

vom Krystallisirgefäfse kommende Lösung keine Wärme von aufsen aufnimmt und möglichst viel Wärme der dem Krystallisirgefäfse zufliefsenden Soole entzieht.

Fig. 315a.

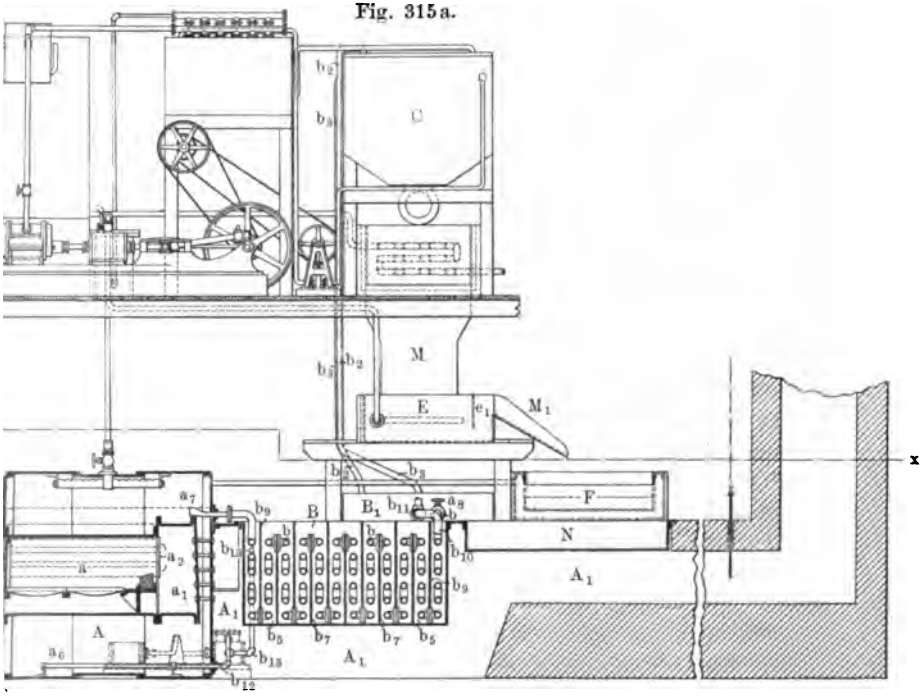
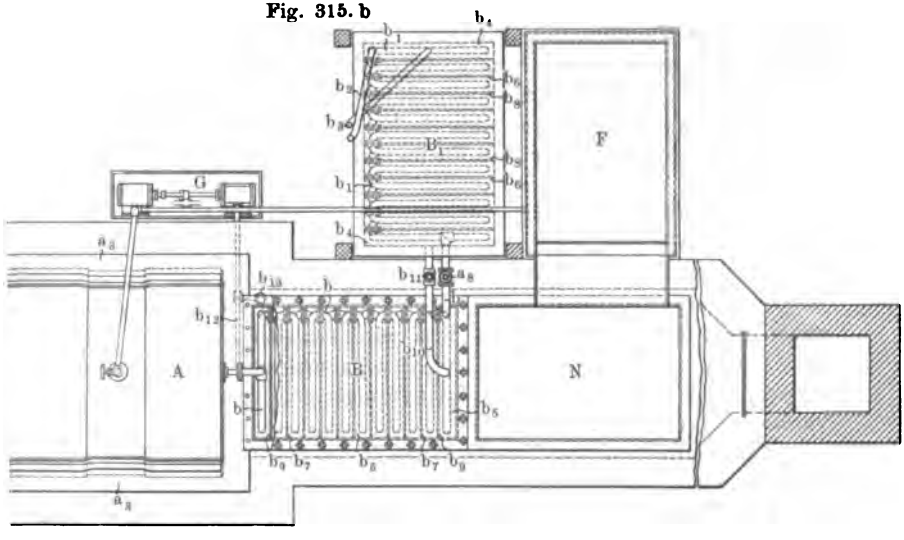


Fig. 315. b



Digitized by Google

Die von *Goddin* angegebene Einrichtung ist in Fig. 315a u. 315b (a. v. S.) veranschaulicht. *A* ist der mit Planrostfeuerung *a* versehene Verdampfer. Die Feuergase ziehen von der Rauchkammer a_1 durch Flammröhren a_2 in die Kammern a_3, die zu beiden Seiten des Verdampfers verlaufen, und von da in den Fuchs und durch den Rauchkanal A_1 zur Esse. Durch die Röhre a_6 wird der Verdampfer mit Soole gespeist, durch die nach dem Boden geführte Röhre a_7 wird die heifse Soole abgezogen. Die Röhre a_7 steht mit der Schlangenröhre *bbb* des ersten Wärmeausgleichers *B* in Verbindung. Bei a_8 ist am Ende dieser Schlangenröhrengruppe ein Ventil eingeschaltet, durch das der Abfluſs der Soole geregelt wird. Neben dem Wärmeausgleicher *B* steht etwas höher der zweite, ebenfalls mit einem Schlangenröhrensystem versehene Wärmeausgleicher B_1. Von diesem aus gelangt die Soole durch die Steigröhre b_2 in das Krystallisirgefäls *C*. Nach dem Salzausfalle wird die schwächer gewordene kühle Soole durch die Röhre b_3 zunächst in die letzte Abteilung des zweiten Wärmeausgleichers B_1 geführt und umspült hier die Schlangenröhren, in denen die frische warme Soole dem Kühler zufliefst. Die Soole fliefst durch die einzelnen Abteilungen b_5 der Wärmeausgleicher, die durch die Schiedwände b_7 und b_9 gebildet werden, zwischen diesen Schiedwänden auf- und absteigend. Eine Röhre b_{10} führt die Soole von dem einen Wärmeausgleicher B_1 zu dem anderen *B*. Bei b_{11} kann in diese Überleitungsröhre die zur Ergänzung erforderliche frische Soole eingeführt und für diese dort ein Ventil angebracht werden. Die neu zu erwärmende und zu konzentrirende Soole fliefst bei b_{13} aus dem Wärmeausgleicher *B* ab und wird mittels einer Pumpe *G* durch die Röhren b_{12} und a_6 dem Verdampfer wieder zugeführt. Zur Abkühlung der Soole dient die in einer höheren Etage aufgestellte Kühlmaschine, bei der zur Temperaturerniedrigung Ammoniakgas verwendet wird. Jedoch wird auch eine andere geeignete Einrichtung dienen können. Der nasse Salzbrei fliefst über eine Rinne *M* in die Pfanne *E*, dann unter der Schiedwand e_1 weg über die Rinne M_1 in die Pfanne *F*. Zum Fertigtrocknen dient die in den Fuchs eingebaute Pfanne *N*.

Die vom Verdampfer kommende Soole wird, solange sie durch die Röhren des Wärmeausgleichers fliefst, kein Salz ausscheiden dürfen, da sich sonst die Röhren verstopfen. Sie wird auch so rein sein müssen, dafs sie nicht durch Gypsansätze die Röhren verengt und dann den Wärmeaustausch vereitelt. Die Soole wird erst bei dem Krystallisirgefäls gesättigt anlangen dürfen und wird vielleicht, um den Betrieb zu sichern, noch etwas unter dem Sättigungsgrade gehalten werden müssen. Der Salzausfall wird jedenfalls nicht gröfser sein, als bei dem Verfahren von *Hirzel*.

Zur Beurteilung der Zweckmäfsigkeit des *Goddin*schen Verfahrens diene folgende Berechnung:

Um 1 *Liter* Wasser aus Soole zu verdampfen, sind nach *Rittinger*

Digitized by Google

739 *W.-E.* erforderlich (gegen 637 *W.-E.* bei gewöhnlicher Wasserverdampfung). Wird eine mit 109° den Verdampfer verlassende gesättigte Soole mit dem höchsten Gehalte von 29,3 *Pzt.* Salz um 125° abgekühlt, so wird sie nur noch 26,3 *Pzt.* Salz gelöst halten können, oder auf die Wassermenge, die 29,3 *Tle.* gelöst halten, nur 25,2 *Tle.*, also 4,1 *Tle.* weniger, die sich abscheiden. Das sind etwa 14 *Pzt.* des insgesammt gelösten Salzes. Um eine dem ganzen Gehalte entsprechende Menge Salz gewinnen zu können, mufs eine siebenfache Soolmenge oder eine einfache Soolmenge siebenmal in Umlauf gebracht und um 125° bis zum Sieden erwärmt werden. Aufser der für die einmalige Erwärmung und die gesammte Wasserverdampfung erforderlichen Wärmemenge ist für die sechsmalige Wiedererwärmung der abgekühlten Soole, bei 0,8364 *specif. Wärme* der Soole, eine Wärmemenge von $6 \times 125 \times 0{,}8364 = 634$ *W.-E.* auf 1 *Liter* Soole aufzubringen. Für die erste Erwärmung und für die Wasserverdampfung auf 1 *Liter* Soole, bei 73,7 *Pzt.* Wassergehalt, kommen $\frac{739 \cdot 73{,}7}{100} = 545$ *W.-E.*, so dafs insgesammt 1179 *W.-E.* verbraucht werden, also mehr als zweimal so viel als bei gewöhnlicher Verdampfung.

Bei dem *Goddin*schen Verfahren wird jedoch, wie oben ausgeführt ist, ähnlich wie bei dem Verfahren von *Hirzel* nur bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Soole dem Krystallisirgefäfse zufliefsen können, das ist Soole mit höchstens 26,8 *Pzt.* Salz. Wird diese von etwa 18° bis auf — 17° abgekühlt, so kann sie nur etwa 26,3 *Pzt.* Salz gelöst halten oder, auf die gleiche Wassermenge berechnet, nur 26,1 *Tle.* Es werden dann, abgesehen von Hydrohalitbildung, 0.7 *Tle.* Salz weniger in Lösung bleiben, oder nur der 38. Teil; 2,6 *Pzt.* der ganzen Salzmenge kann sich abscheiden. Um auf diese Weise die ganze Salzmenge zu gewinnen, mufs die gleiche Soolmenge 38 mal von — 17° auf + 18°, also um 35° erwärmt und gesättigt werden. Es sind also, auch wenn im übrigen ein völliger Wärmeaustausch ohne Verlust bis zur Siedehitze erreicht werden könnte, aufser dem Wärmeaufwand für die erste Erwärmung und für die Verdampfung von 545 *W.-E.*, auf 1 *Liter* Soole

$$37 \times 35 \times 0{,}8364 = 1072 \text{ } W.\text{-}E.$$

aufzubringen, im ganzen $1072 + 545 = 1617$ *W.-E.* oder etwa dreimal so viel als bei gewöhnlicher Verdampfung.

Das Verhältnis wird noch ungünstiger, wenn der Unterschied im Prozentgehalte der Soole noch geringer wird und der Wärmeausgleich dem entsprechend bis auf die niedrigere Sättigungstemperatur fortgesetzt wird. Da jedoch mindestens 20 *Pzt.* auf Wärmeverluste in den Wärmeausgleichern gerechnet werden dürfen, so sind noch etwa 214 *W.-E.* mehr aufzuwenden.

Das Verfahren wird nun dadurch etwas minder unvorteilhaft betreffs des Wärmeverbrauchs, dafs sich in dem Krystallisirgefäfse ge-

Digitized by Google

wässertes Kochsalz abscheidet. Dadurch werden etwa 12 *Pzt.* der ganzen Kochsalzmenge aus dem Kreislaufe entfernt werden können, so dafs dann nur ein acht- bis neunmaliger Umlauf der Soolmenge erforderlich ist.

Die Gewinnung des gewässerten Salzes hat indessen keine wesentlich andere Bedeutung, als wenn eine der verminderten Lösungsfähigkeit nach obiger Berechnung entsprechende Menge Salz ausgeschieden und aufserdem noch so viel abgekühlte Soole aus dem Kreislauf entfernt wird, dafs günstigstenfalls nur noch 88 *Pzt.* der ursprünglichen Salzmenge zurückbleiben. Aus diesen 12 *Pzt.* Salz wird das Wasser bei der Trocknung unter gewöhnlichem Wärmeaufwand verdampft. Diese Verminderung des übermäfsigen Wärmeaufwands fällt jedoch weg, wenn, wie nach dem *Goddin*schen Patent auch vorgesehen ist, die Soole aus dem Salze durch Centrifugen abgeschleudert und in den Kreislauf der übrigen Soole wieder eingeführt wird.

Nach *Goddin* soll der im Verdampfer entwickelte Dampf als Maschinendampf zu Betriebszwecken, zunächst für die Einrichtungen der Salzgewinnung selbst, für die Kühlmaschine, die Soolhebung u. s. w. benutzt werden. Ob dies mit wirtschaftlichem Vorteil gelingt, darf bezweifelt werden. Jedenfalls kann der durch diesen Kraftverbrauch erzielte Vorteil die starken Wärmeverluste nicht aufwiegen. Die Berechnung zeigt, dafs es vorteilhafter ist, die Soole unmittelbar zu verdampfen und daneben eine der verdampften Wassermenge entsprechende Menge Maschinendampf durch besondere Wasserverdampfung zu erzeugen.

Durch das von *Goddin* vorgeschlagene Trocknungsverfahren wird ein den allgemeinen Bedürfnissen des Verbrauchs entsprechendes Produkt nicht gewonnen werden können. Ist in der Kälte ein ziemlich gypsfreies Salz ausgeschieden, so wird beim Trocknungsprozefs die anhaftende Soole Gyps und andere Nebensalze in das Produkt gelangen lassen, so dafs nur bei einer Entwässerung durch Centrifugen der Vorteil gröfserer Reinheit von einiger Bedeutung sein kann. Dieser allein kann jedoch die Nachteile des umständlichen und kostspieligen Betriebes nicht aufwiegen.

Betreffs des Wärmeverbrauchs wird es vorteilhafter sein, die Salzabscheidung durch Abkühlung der Soole nahe bei dem Siedepunkte zu vollziehen, als nahe beim Gefrierpunkte, so dafs dem Verfahren von *Frasch* vor dem von *Goddin* der Vorzug zu geben sein wird.

D. Einrichtungen zur Dampfsiedung, zur Verdampfung mit Vakuum und zur mehrfachen Verwendung des Sooldampfes.

Abgesehen von den in der Praxis hier und dort verwendeten, über einem Dampfherde geheizten Dampfpfannen und den Dampfröhrenpfannen (S. 797 u. f.) sind eine Reihe von Vorschlägen gemacht und

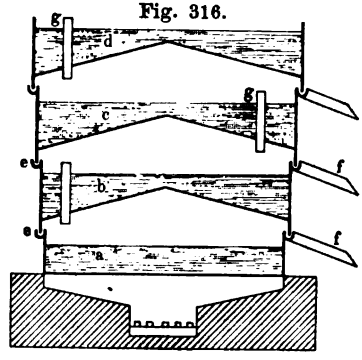
Digitized by Google

Konstruktionen angegeben, zum Teil auch ausgeführt worden, durch die die Absicht verfolgt wird, den Dampf als Wärmevermittler für die Verdampfung der Soolen und besonders auch die Wärme des Abdampfes der Soolen zu benutzen.

1. Ein Verdampfungs- und Destillationsapparat mit einfacher oder mehrfacher Wirkung ist von *L. Kefsler*[1]) vorgeschlagen worden.

Der Deckel des Verdampfungsgefäfses dient zur Kondensation der Dämpfe und Abscheidung des Destillates. Dadurch, dafs der Deckel des Gefäfses zugleich den Boden eines zweiten Abdampfgefäfses bildet, kann die Wärme des Abdampfes aus dem unteren Gefäfse zur Erwärmung und Abdampfung der Flüssigkeit in dem darüber stehenden Gefäfse ausgenutzt werden, und so fort in mehreren über einander liegenden Gefäfsen.

Fig. 316.



Von vier über einander liegenden runden Pfannen *a*, *b*, *c*, *d* (Fig. 316) wird die unterste *a* mit flachem Boden unmittelbar durch eine Feuerung geheizt. Die Böden der drei darüber liegenden Pfannen sind konisch geformt und bilden die Kondensationsdeckel für die unter ihnen stehende Pfanne. Zum Ansammeln des Kondensationswassers, das in Tropfen an den konischen Bodenwandungen anhaftet und nach dem Rande rieselt, sind die Pfannen am Rande mit Rinnen *e* versehen. Das Wasser hat dabei Gelegenheit, seine Wärme an den kühleren Boden abzugeben.

Durch Abflufsröhren *f* an den Rinnen wird das Kondensationswasser gesammelt. Überfallröhren *g* in den drei oberen Gefäfsen ermöglichen einen ununterbrochenen Zufluls aus dem höheren in das nächst tiefer stehende Gefäls, wobei in das oberste Gefäls stets frische, zu verdampfende Flüssigkeit eingelassen wird.

Nach den Versuchen von *Kefsler* kondensirt sich in einem Apparate mit einfacher Wirkung in freier Luft, wenn das Wasser des Deckels in das untere Gefäls mit 35 bis 40° *C.* einfliefst, auf 1 Quadratdecimeter kupferner Deckelfläche bei 1 *mm* Dicke des Bodens stündlich 1 *kg* Dampf; fliefst es mit 50 bis 55° *C.* ein, so kondensirt sich $1^1/_2$ *kg* Dampf.

Nach Versuchen mit einem mehrfach wirkenden, aus vier Gefäfsen mit je 13 Quadratdecimeter Oberfläche bestehenden Apparate wurde von Stunde zu Stunde an Wasser verdampft:

---

[1]) *P. J.* 1863, **168**, 119, aus den *Compt. rend.*, **56**, 94.

Digitized by Google

im 1. Gefäfs	im 2. Gefäfs	im 3. Gefäfs	im 4. Gefäfs	zusammen	stündlich eingeführtes Wasser von 15° C.
g	*g*	*g*	*g*	*kg*	*kg*
835	680	610	475	2,600	1
720	680	480	500	2,380	2
740	550	410	440	2,140	1,5
Für die Erwärmung des zugesetzten Wassers von 15 auf 80°, die mittlere Temperatur des Apparates, sind noch zu rechnen . .				0,455	
zusammen Menge des verdampften Wassers				7,575 *kg*.	

Da der Apparat die Verdampfung mit mehrfacher Wirkung bei atmosphärischem Druck zuläfst, so kann man ihn jederzeit öffnen und die ausgeschiedenen Produkte herausziehen. Beim Verdampfen von Soole soll die unterste von vier Pfannen kubisches Salz geben. Bei der Anwendung von drei Pfannen soll sich der Brennstoffverbrauch auf die Hälfte vermindern.

Im Salinenbetriebe wird sich die Einrichtung allenfalls zur Grobsalzgewinnung verwerten lassen können, wenn die unterste Pfanne als Abdampfpfanne mit gar gestörter Soole gefüllt wird und die oberen Pfannen zum Vorwärmen und Konzentriren mindergrädiger Soolen für die Störpfanne benutzt werden. Bei flottem Abdampfen zur Feinsalzgewinnung kann die Kondensationsfläche zur Abführung der Dämpfe nicht ausreichen.

Da die Verdampfung in jedem Gefäfse langsamer vor sich geht als bei freier Verdampfung, so bleibt der Vorteil der Wärmeausnutzung aus. Schwierig ist es überdies, auf gewöhnliche Weise das Salz aus den Pfannen zu entfernen.

Heizt man mit Dampf von 100° ein anderes Gefäfs, so erzielt man höchstens Dampf von 80° und mit diesem nur Dampf von 60°, mit diesem in einem dritten Gefäfse nur Dampf von etwa 40°. Um bei solch niedriger Temperatur ein flottes Sieden zu erreichen, wird man den Dampf absaugen lassen und ein Vakuum herstellen müssen. Dazu ist bei einer Temperatur von

80° ein Vakuum von 0,48 *Atm.*,
60° „ „ „ 0,20 „
40° „ „ „ 0,10 „

erforderlich. Um dies zu ermöglichen, müssen die Abdampfgefäfse geschlossen sein und am letzten Gefäfse mufs der Dampf abgesaugt oder kondensirt werden.

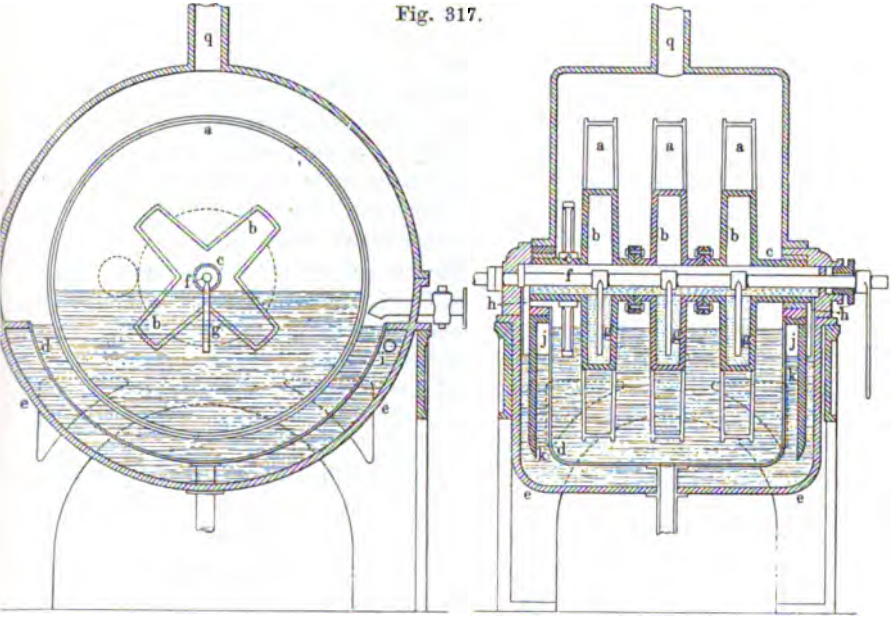
2. *A. Peeks* Verdampfungsapparat[1]) eignet sich wie der *Kefslersche* Apparat am besten nur zum Vorwärmen von Soole. Der

[1]) *P. J.* 1863, 170, 107. *Mechanics Magazine*, Juni 1863, p. 430.

Digitized by Google

Heizdampf cirkulirt in drei hohlen, kupfernen Scheiben, die in die abzudampfende Flüssigkeit eintauchen. Die drei Scheiben *aaa* (Fig. 317) sind an den Armen *b* der hohlen Welle *c* befestigt. Sie bilden, so zusammengesetzt, einen Rührer, der sich in der Pfanne *d* langsam bewegt. Die Pfanne *d* ist von einer äufseren Pfanne *e* umgeben, in der sich das kondensirte Wasser des Heizdampfes sammelt, so dafs die Pfanne von unten erwärmt wird. Der Überschufs an Wasser fliefst durch die Öffnung *i* und ein Heberrohr ab. Durch die hohle Welle *c* geht die Dampfröhre *f*, die an der einen Seite mit einer Stopfbüchse, an der anderen mit einem Ringe nebst Mutter versehen ist, damit kein Lecken von Dampf oder Wasser eintritt. Mit der Dampfröhre *f* sind drei

Fig. 317.



Zweigröhren *g* verbunden, die den Dampf in die hohlen Scheiben des Heizapparates treten lassen und die umgebende Flüssigkeit erwärmen. Das kondensirte Wasser fliefst durch die Öffnungen *h* an jedem Ende der Welle und gelangt in den Mantelraum der äufseren Pfanne. Öffnungen in den Zwischenwänden *k* und Löcher bei *j* ermöglichen die freie Bewegung des Wassers zwischen beiden Pfannenwandungen.

Wenn die zu verdampfende Flüssigkeit durch das Zuflufsrohr in die Pfanne *d* gelangt, so wird der Rührer in langsame Drehung versetzt, während der Maschinendampf einströmt. Der aus der Flüssigkeit aufsteigende Dampf entweicht durch das Rohr *q*, das mit einem Ventilator zum Absaugen verbunden ist. Stellt man mehrere Apparate neben oder

Digitized by Google

über einander auf, so kann der Abdampf der einen Pfanne zum Heizen der Flüssigkeit in der folgenden benutzt werden.

Dem *Peek*schen Apparate ähneln eine Reihe anderer mit Dampf geheizter Apparate, die jedoch, ebenso wie jener, in der Kochsalzindustrie nicht eingeführt worden sind. Zu nennen sind:

Der Apparat von *E. Coignet* in Paris (*D. R-P.* Kl. 82, Nr. 21895 vom 28. Juli 1882; *P. J.* 1883, **249**, 372), der ebenfalls Hohlscheiben, die durch Heizröhren verbunden sind, anwendet; ferner der Apparat von *Perré Sohn* und *Quidet* (*P. J.* 1883, **249**, 165 nach *Revue industrielle* 1883, p. 153), die eine Reihe von Rippenröhren, die um die Mittelachse liegen, anwenden, während *Chenaillier* (*P. J.* 1886, **260**, 319, *Textile Manufacturer* 1886, p. 96) kreisende, linsenförmige Heizkörper benutzt.

Dampfsiedung mit Vakuum. Eine günstigere Wirkung bei der Verwendung des Dampfes zur Heizung läfst sich erwarten, wenn man die Verdampfung unter einem Vakuum vornimmt. Der Siedepunkt wird dabei, je nach der Gröfse des Unterdruckes, unter die Temperatur von 100° herabgezogen, so dafs auch mit Dampf von 100° die abzudampfende Flüssigkeit zum Sieden gebracht werden kann. Dabei liegt der Gedanke nahe, die im Dampfe einmal enthaltene Wärme, die an den Sooldampf abgegeben wird, in beständigem Kreislauf immer wieder zu verwenden und nur den unvermeidlichen Wärmeverbrauch und Verlust durch die Wärmequelle zu ersetzen.

Derartige Einrichtungen sind besonders für die Zuckerindustrie in grofser Zahl in Vorschlag gebracht, zum Teil auch angewendet worden.

Für die Salzgewinnung ist *Arrot*[1]) ein Patent auf die Wiedergewinnung des erzeugten Dampfes und *Greenshild*[2]) auf eine Vorrichtung zur Bewegung des Dampfes mittels Ventilators erteilt worden, ohne dafs die Einrichtungen für die Praxis Bedeutung erlangt hätten.

1. Versuche von *Rittinger*. Die ersten brauchbaren Versuche führte *Rittinger* mit seinem Apparate aus, und dieser bildet die Grundlage für den in der Praxis weiter angewendeten *Piccard-Weibel*schen Salzerzeugungsapparat, der wiederum Anregung zur Konstruktion neuerer Dampfheizapparate gegeben hat.

Rittinger stellt folgende Berechnung auf[3]):

Um aus 1 *kg* Wasser 1 *kg* Dampf zu erzeugen, sind 606,5 + 0,305 *t* *Kal.* nötig, wobei *t* die Dampfwärmegrade bezeichnet. Diese Wärme ändert den Aggregatzustand des Wassers und vergröfsert das

[1]) *P. J.* 1849, **112**, 208.
[2]) Ebend. 1845, **96**, 270.
[3]) *Ö. Z.* 1857, **5**, 305. *P. J.* 1857, **146**, 175.

Digitized by Google

Volumen mit einer von der Dampfwärme abhängigen Spannung. Wird gesättigter Dampf in einem Cylinder mittels eines Kolbens zusammengepreſst, so nimmt nicht nur die Pressung, sondern auch die Wärme zu, letztere wird um so besser erhalten, mit je besseren Wärmeschutzmassen der Cylinder umgeben ist. Bei guten Wärmeleitern wird der Dampf bald die frühere Temperatur wieder annehmen. Der Dampf erhitzt sich, wenn die Wärme

bei	1	*Atm.*	Pressung	gleich	100° *C.* ist,
„	2	„	„	auf	120 „
„	3	„	„	„	133 „
„	4	„	„	„	144 „
„	15	„	„	„	200 „

Verliert der gepreſste Dampf einen Teil der Wärme, so kann er nicht in demselben Umfange bestehen bleiben. Ein Teil kondensirt sich, das Volumen wird kleiner, bei gleicher Pressung. Diese dem Dampfe entzogene Wärme kann zur Dampferzeugung wieder benutzt, und zwar in einem besonderen Gefäſse, einer Pfanne, verwendet und damit Salz aus Soole erzeugt werden.

Durch einfache Berührung des Dampfes mit den Heizwänden der Abdampfgefäſse ohne unmittelbare Berührung mit der zu erhitzenden Soole kann bei Dampf mit atmosphärischem Drucke, der nur 100° *C.* hat, keine Erwärmung bis zum Sieden hervorgerufen werden. Durch eine Dampfpumpe kann aber die Temperatur des Dampfes beliebig gesteigert werden, so daſs ein flottes Sieden der zu erhitzenden Soole erreicht wird.

Man muſs also ein geschlossenes Gefäſs für die zu verdampfende Flüssigkeit haben, mit dessen Dampfraum eine absaugende Dampfpumpe in Verbindung steht, die den Dampf zusammenpreſst, dadurch erhitzt und in den Heizraum des Abdampfgefäſses führt. Auf diese Weise kann durch mechanische Kraft fortwährend Wärme erzeugt, nutzbar gemacht und wiedergewonnen werden. Ohne Wärmeverlust könnte auf diese Weise in unendlichem Kreislaufe die einmal aufgewendete Wärmemenge immer wieder nutzbar gemacht werden.

Man erkennt daraus, wie statt der Brennstoffe bei geringer Wärmeerzeugung, die den unvermeidlichen Verlusten und der ersten aufzuwendenden Wärmemenge entspricht, Wasserkräfte unmittelbar oder durch elektrische Übertragung zum Abdampfen von Flüssigkeiten benutzt werden können und eine Saline, der billiges Brennmaterial nicht zur Verfügung steht, durch die Kraft eines fernen Wassersturzes betrieben werden kann. Die Wasser verdampfende Kraft der Sonne, die das Gebirgswasser an seine Stelle geführt hat, kann hier in gewaltiger Konzentrirung zum Abdampfen der Soole auf Umwegen nutzbar gemacht werden. Damit darf nicht die Vorstellung verbunden werden, daſs die Kraft in Wärme umgewandelt würde. Sie dient vielmehr

Digitized by Google

nur dazu, die aufgewendete Wärme in zweckmäfsigem Kreislaufe zu erhalten.

Ein *Rittinger*scher Apparat ist in den Jahren 1856 und 1857 zu Ebensee versucht worden. Er ist in der *Österr. Zeitschr.* 1857 beschrieben. Im wesentlichen besteht er aus einem Abdampfkessel aus Eisenblech von 8 *Fufs* Höhe und 4 *Fufs* Weite, der oben durch eine gufseiserne Kuppel geschlossen ist und unten konisch zuläuft. Der Kessel ruht in einem Ziegelmauerwerk und kann von einer Pultfeuerung aus durch fünf senkrechte Heizzüge von aufsen erwärmt werden. Zur Beheizung der Soole mit Dampf tauchen in die Soole in der Mitte des Kessels ein Rohr und darum noch zwei doppelwandige Blechcylinder ein, die oben und unten unter einander durch Knieröhren verbunden sind. Der Dampf wird ihnen von oben durch die Kuppel zugeführt. Eine horizontal liegende, 16zöllige Dampfpumpe mit 36 *Zoll* Kolbenhub saugt den unter der Kuppel sich ansammelnden Sooldampf an und führt ihn, zusammengepreſst, in die Heizröhren und die Heizcylinder des Soolkessels. Die Pumpe war doppelt wirkend, nach Art der Gebläsemaschinen, mit zwei Saug- und zwei Druckventilen gebaut und wurde durch ein Wasserrad betrieben. Der zusammengepreſste, erhitzte Dampf giebt seine Wärme zum Teil an die Soole ab, er schlägt sich zum Teil nieder, und Kondensationswasser sammeln sich im unteren Teile der Heizräume. Ein in der mittleren Heizröhre angebrachtes dünnes Röhrchen reicht bis zum Boden und ist durch die Kuppel geführt. Eine abwärts führende, an dieses Röhrchen angeschlossene, heberförmig wirkende Röhre führt das Kondensationswasser ab. Sie ist mit Hahn versehen, der so gestellt werden kann, daſs nicht mehr Kondensationswasser, als zulässig ist, im Heizraume zurückbleibt. Gegen Wärmeausstrahlung sind Pumpen und Dampfleitung möglichst geschützt. Im Soolkessel entweichen beständig Wasserdämpfe, und Salzkrystalle sammeln sich im konischen Teile des Kessels. Die Spitze des konischen Bodens wird durch einen Hahn geschlossen, bei dessen Öffnung Salz, mit Soole gemischt, in eine darunter stehende Rinne fliefst, durch deren Neigung die mit ausgelaufene und abtropfende Soole abfliefst und an eine Stelle geführt wird, von der sie in eine Vorwärmerinne gelangt und wieder dem Kessel zugeführt werden kann. Zum Speisen des Kessels mit Soole dient eine gewöhnliche Kesselspeisepumpe, die ebenfalls von der die Dampfpumpe betreibenden Wasserradkurbelwelle in Bewegung gesetzt wird. Zum Vorwärmen der aus dem Vorwärmegerinne zufliefsenden frischen Soole wird das abfliefsende Kondensationswasser verwendet. Die Kondensationswasser werden zu dem Zwecke vom Heberrohre aus in Röhren durch die Soole geleitet und sammeln sich dann in einem Bottich. Die frische Soole tritt tangential am konischen Teile des Soolkessels ein und versetzt dadurch die Soole in drehende Bewegung, wodurch verhütet werden soll, daſs sich die Salzkrystalle fest auf die Bodenöffnung legen und diese verstopfen. Ein mit dem

Digitized by Google

Soolkessel doppelt kommunizirender Cylinder erhält einen Schwimmer zur Kontrolle des Soolstandes. Siederaum und Dampfraum haben Manometer, Thermometer und Sicherheitsventile.

Während der Apparat bei süfsem Wasser zur Zufriedenheit arbeitete und die Theorie vollauf bestätigte, traten bei der Verdampfung von Soole doch so vielerlei Mifsstände ein, dafs er eine weitere Anwendung nicht finden konnte.

Es verdampften 7,8 *Kubikfufs* (0,25 *cbm*) Wasser in der Stunde, bei Verwendung von 1 *kg* lufttrockenem Holz 13,8 *kg*, also das Dreifache der theoretisch sonst möglichen Menge, dies erforderte eine Betriebskraft von 12,7 Pferden. Die Dampfpumpe machte 20 bis 22 Doppelhübe in der Minute, das siedende Wasser hatte eine Temperatur von 106 bis 111°, das Kondensationswasser von 95° und der gepreſste Dampf von 135 bis 142°. Obgleich diese Wärmesteigerung einer Pressung von $3^1/_4$ bis $3^3/_4$ *Atm.* entspricht, betrug die Pressung doch nur 2,36 *Atm.*, der eine Temperatur von 127° entspricht. Der Dampf war also um 8 bis 15° überhitzt, und diese Überhitzung hatte einen sehr ungünstigen Einfluſs auf den Gang des Prozesses, wie sich auch bei den späteren Versuchen mit dem *Piccard*-Apparate zeigte.

Rittinger hat in der über seinen Apparat veröffentlichten Schrift (1855, Verlag von *Friedr. Manz* in Wien) folgende Berechnungen gemacht. Ist

- Q das Gewicht in Wiener Pfund der in einer Sekunde aus der Soole abgedampften Wassermenge,
- δp das Gewicht eines Kubikfufses Dampf im Heizraume des Kessels von der Spannung p,
- $\delta \pi$ das Gewicht eines Kubikfufses Dampf im Verdampfungsraume von der Spannung π,
- E die zum Betriebe der Dampfpumpe theoretisch erforderliche Wasserkraft,
- A der Kolbenquerschnitt in Wiener Quadratfufs,
- C die mittlere Kolbengeschwindigkeit in Wiener Fufs,
- U der Überdruck des Dampfes im Heizraume, gegenüber dem aus der Soole entwickelten Dampfe in Atmosphären,
- F die Heizfläche in Wiener Quadratfufs,
- T die Temperatur des Heizdampfes und des aus ihm kondensirten Wassers in Graden Celsius,
- t die mittlere Temperatur der siedenden Soole, die dem Verdampfungsgefäfse mit t_0 Graden zugeführt wird, so ist

$$1.\quad E = 337\ Q\ log\ vulg.\ \frac{\delta p}{\delta \pi},$$

$$2.\quad A = \frac{Q}{Q\ (\delta p - 0{,}00075\ U)},$$

Digitized by Google

$$3.\quad Q = \frac{F\,(T-t)}{80\,(650-t)},$$

$$4.\quad F = \frac{80\,(650-t)}{T-t}.$$

Der Kraftaufwand E ist also von der Menge der zu verdampfenden Soole und dem Verhältnisse von p zu π abhängig, so dafs, wenn p gleich π genommen wird, wobei $log\frac{\delta p}{\delta \pi} = 0$ ist, kein oder nur gelinder Kraftaufwand zur Verdampfung nötig sein würde. Wärme selbst läfst sich mit dem Kraftaufwande nicht zuführen. Dieser müfste dann aufserordentlich hoch sein, denn nach *Regnault* sind für 1 *Kal.* 435 *Kilogrammmeter* erforderlich.

In der Praxis könnte jedoch p nicht gleich π genommen werden, da dann auch $T = t$, also $T - t = 0$ ausfallen und (nach der Formel 4.) $F = \infty$ werden würde. Jedoch kann E, also das Verhältnis $\frac{p}{\pi}$, um so kleiner ausfallen, je gröfser F gewählt wird, je kleiner die Temperaturdifferenz $T - t$ ist. Bei verfügbaren grofsen Wasserkräften wird man mit grofsen Temperaturunterschieden arbeiten können, bei geringen Kräften mit grofsen Apparaten und ausgedehnten Heizflächen. Es macht keinen Unterschied, bei welchem Atmosphärendruck im Soolkessel gearbeitet wird. Man wird aber gut thun, sich möglichst nahe dem einfachen Atmosphärendruck zu halten.

Zum Anreichern armer Soolen, also zur Ausführung des Störprozesses, hat sich der Apparat als wohl geeignet erwiesen, nicht jedoch für die Salzgewinnung. Beim Verdampfen auf Salz setzte sich dieses in Krystallen in 1 bis 2 *Zoll* starker, dichter Kruste an den Kesselwandungen ab, konnte also nicht durch die Öffnung entfernt, sondern mufste mit dem Meifsel abgelöst werden.

In der kurzen Betriebszeit wurden auf die Stunde 5,5 *Kubikfufs* (174 *Liter*) Soole verdampft. 1 *Kubikfufs* trockenes Holz verdampfte 16,2 *Pfd.* Soole oder 11,9 *Pfd.* reines Wasser (1 *cbm* Holz 287 *kg* Soole bezw. 211 *kg* Wasser) bei einem Kraftaufwande von 12,7 *Pferdekräften*, oder $2^1/_2$ mal so viel als bei gewöhnlichem Pfannenbetriebe. Die Versuche, das Absetzen des Salzes an den Wandungen des Apparates zu verhindern (Abdampfen bei niedrigerer Temperatur, heftige Strömung der Soole mittels gewöhnlicher oder Centrifugalpumpen, Einstreuen von Salzmehl und Kleie), blieben erfolglos. Man hat seit der Zeit erkannt, dafs sich aus gypshaltigen Soolen das zunächst ausfallende feine Schlammgemenge von Gyps und Salz an alle Heizflächen, gleichviel welche Lage sie haben, ansetzt und daran festhaftet, wenn diese Heizflächen auf mehr als 100° erwärmt werden, und kein Mechanismus hindert dieses Festsetzen.

Unvollkommen an dem Apparate war überdies die Salzaustrage-

Digitized by Google

vorrichtung, die Ableitung der Kondensationswasser und die Vorwärmung der Soole.

2. Verdampfungsapparat von *Schäffer* und *Budenberg*. Auf demselben Princip wie der *Rittinger*sche Apparat beruht der Abdampfapparat von *Schäffer* und *Budenberg* in Buckau-Magdeburg (*D. R.-P.* Nr. 191 vom 4. Juli 1877[1]) (Fig. 318, a. f. S.). Er besteht aus folgenden Teilen:

1. einem aufrecht stehenden, mit schlechten Wärmeleitern eingehüllten, cylindrischen Verdampfungskessel *A*;

2. dem darin befindlichen, zur Heizung dienenden Linsenapparate *B*;

3. einem darin befindlichen Schabe- und Austrageapparate — von den Schabern sind in der Figur nur der obere und untere, *f* und *g*, angedeutet — und dem zugehörigen Bewegungsmechanismus;

4. einer knieförmigen Austragelutte *K* am Boden des Kessels mit den Schiebern *H* und *J*.

Am Verdampfungskessel befindet sich ein Wasserstandszeiger *N*, auf dem gewölbten Deckel ein Dampfdom *E*, an der Seite ein Mannloch *O*. In der senkrechten Achse geht durch die Stopfbüchsen die Welle des Bewegungsmechanismus. Ein Röhrstutzen am Dampfdom führt die Siededämpfe aus dem Kessel ab.

In die über einander liegenden, flach linsenförmigen Heizkörper tritt von unten bei *D* durch die Mittelachse Dampf ein, der sich in dem Heizkörper verbreitet und kondensirt. Eine besondere Abflufsröhre *c* führt die Kondensationswasser ab. Der Heizkörper läfst sich leicht aus dem Abdampfcylinder herausnehmen und in seine Teile zerlegen. Zwischen den einzelnen Linsen liegen Schabeisen, die an einem an der Cylinderwand liegenden Rahmen befestigt sind. Ihre Form entspricht dem Zwischenraume zwischen den Linsen, so dafs sie mit den Schneiden fast die Heizflächen berühren. Dadurch, dafs sie etwas sichelförmig geschweift sind, wird das ausfallende Salz an den Rand der Heizlinsen geführt. Es fällt an der Cylinderwand herab auf den Boden des Gefäfses und hier in die Austragelutte.

Die Austragelutte hat zwei abwechselnd zu öffnende Schieber, so dafs immer nur das über dem unteren Schieber angesammelte Salz dadurch, dafs der obere Schieber geschlossen und der untere geöffnet wird, in das Knie der Lutte fällt. Von da wird es durch den aufsteigenden Luttenarm heraufgeholt. Bei *G* befindet sich ein Schauloch in der Lutte.

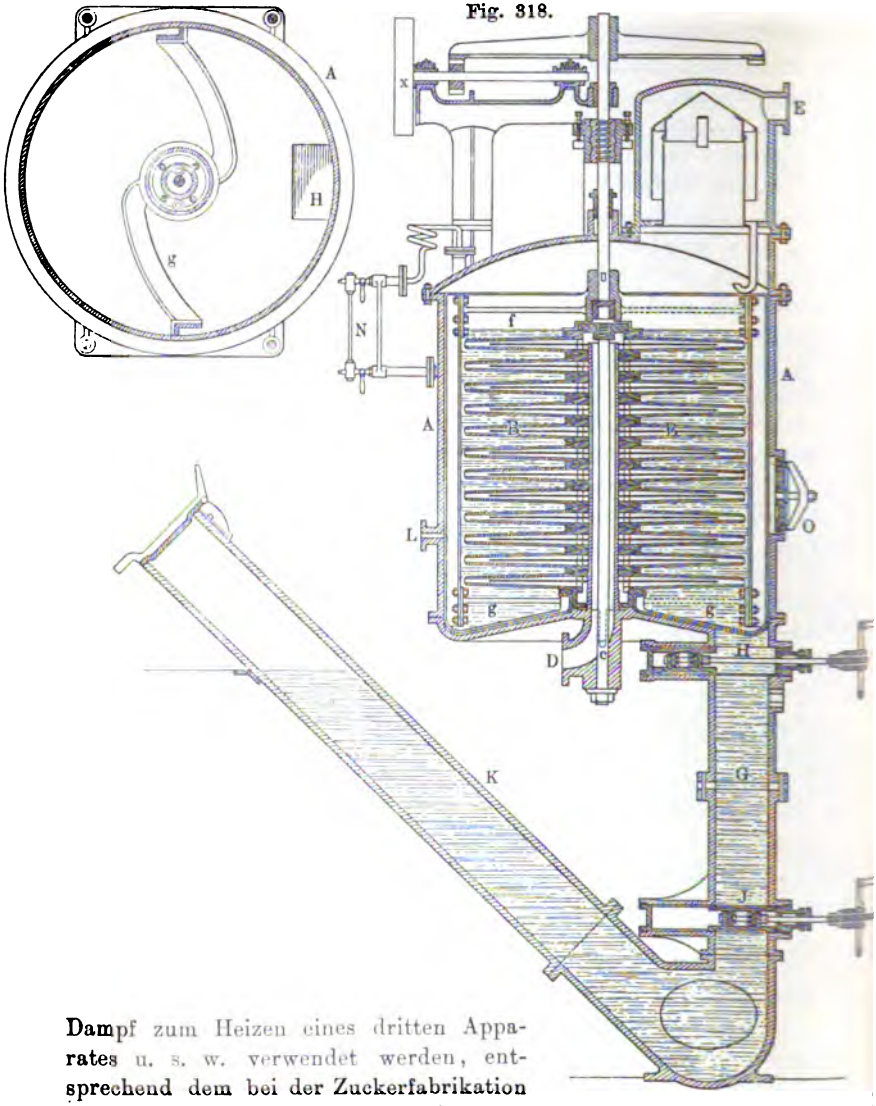
Der Schabeapparat wird von der Riemscheibe *x* aus durch zwei Kegelräder in Umdrehung versetzt, sobald der Kessel mit Soole gefüllt ist. Zugleich wird in den Linsenapparat Dampf eingelassen. Das Kondensationswasser wird noch zum Vorwärmen der Soole benutzt.

[1]) *P. J.* 1879, 231, 65.

Digitized by Google

Der durch Verdampfen der Soole entwickelte Dampf kann entweder zum Heizen eines zweiten, der im zweiten Apparate erzeugte

Fig. 318.



Dampf zum Heizen eines dritten Apparates u. s. w. verwendet werden, entsprechend dem bei der Zuckerfabrikation bekannten Verfahren der mehrfachen Verwendung, oder er wird zum Beheizen desselben Gefäfses wieder verwendet.

Bei der mehrfachen Verwendung kommt man, wie *v. Balzberg* ausführt [1]), zu folgendem Ergebnis:

[1]) *Pr. Z.* 1896, **44**, 315.

Digitized by Google

Nimmt man, wie es bei normalen Verhältnissen zutrifft, bei der Beheizung mit Dampf einen Temperaturunterschied von 20° *C.* an, so erhält man, wenn in den ersten Apparat Heizdampf von 2 *Atm.* Spannung und 120° *C.* eingelassen wird:

im ersten Apparate Abdampf von 1 *Atm.* Spannung und 100° *C*;
im zweiten Apparate mit Heizdampf von 1 *Atm.* und 100° Abdampf von 0,537 *Atm.* Spannung und 80° *C.*;
im dritten Apparate mit Heizdampf von 0,537 *Atm.* und 80° Abdampf von 0,19 *Atm.* Spannung und 60° *C.*;
im vierten Apparate mit Heizdampf von 0,19 *Atm.* und 60° Abdampf von 0,05 *Atm.* Spannung und 40° *C.*

Die Zahl der anzuwendenden Apparate ist danach sehr beschränkt. Schon im dritten Apparate wird man ein Vakuum von 0,19 *Atm.* erzeugen müssen, um noch Heizdampf für einen vierten Apparat zu erhalten.

1 *kg* Dampf von 2 *Atm.* Spannung enthält 643 *Kal.* und giebt 543 *Kal.* zur Dampfbildung im ersten Apparate ab. Dieser Dampf erfordert 637 *Kal.* auf 1 *kg*. Es werden im ersten Apparate also $\frac{543}{637}$ = 0,85 *kg* Dampf erzeugt werden. Davon bleiben 85 *Kal.* im Kondensationswasser zurück, und es werden im zweiten Apparate 0,74 *kg*, im dritten 0,67 *kg*, im vierten 0,64 *kg* Dampf erzeugt werden können. Diese Wirkung wird infolge der Wärmeverluste nicht erreicht. Vier Gefäfse werden deshalb kaum mehr als das Doppelte eines einfachen Gefäfses leisten.

Um denselben Apparat mit dem Abdampf heizen zu können, mufs die Dampfwärme um 20° erhöht, der Abdampf mufs auf 2 *Atm.* zusammengepreſst werden, so dafs er 120° *C.* erreicht. Geschieht dies durch einen Kompressor, der mit Kesseldampf von 2 *Atm.* Druck arbeitet, so ist damit kein Vorteil zu erreichen. Ein Vorteil ist erst zu erwarten, wenn mit weit höherem Dampfkesselüberdruck komprimirt wird.

Ebenso wie mit dem *Rittinger*schen Apparate ist die Arbeit auch mit dem Linsenapparate nicht durchführbar gewesen. Bei gypshaltigen Soolen brennt trotz der Schaber Pfannenstein auf den Heizflächen fest, und der Apparat versagt.

3. Verdampfungsapparat von *Piccard-Weibel* [1]). Der Apparat von *Piccard-Weibel* ist eine Vervollkommnung des *Rittinger*schen Salzerzeugungsapparates. Wie dieser hat er den Zweck, die ein-

[1]) *Ö. Z.* 1878, Nr. 46, 47, 48, 51, 52; 1879, Nr. 12, 13; 1880, Nr. 51, 52. *Chemical News* 1878, **38**, 88. *P. J.* 1878, **230**, 476; 1879, **231**, 211. *Pr. Z.* 1879, **27**, 131.

Digitized by Google

mal aufgewendete Wärmemenge immer wieder für den Salzerzeugungsprozefs zu gewinnen, so dafs nur der erste Wärmeaufwand und die zum Ersatz der unvermeidlichen Wärmeverluste erforderliche Wärme neu erzeugt werden müssen, während die übrige Arbeit durch dynamische Kräfte verrichtet wird. Der Apparat ist von Prof. *Piccard* in Lausanne ersonnen und von *Weibel*, *Briquet u. Comp.* in Genf ausgeführt worden. Er ist lange Jahre zu Bex in der Schweiz, in Ebensee und in Schönebeck in Betrieb gewesen, hat aber die anfänglich auf ihn gebauten Hoffnungen nicht in dem Mafse erfüllt, dafs er in der patentirten Form zu einer allgemeinen Verwendung bei der Salzgewinnung hätte gelangen können.

Das von *Schäffer u. Budenberg* in Buckau-Magdeburg zur Ausführung des Apparates erworbene Patent (*D. R.-P.* Nr. 4689 vom Jahre 1878) lautet auf Abdampfapparate ohne und mit Anwendung von mehrfachen Kondensatoren zum ununterbrochenen Abdampfen salzhaltiger Flüssigkeiten in geschlossenen Kesseln.

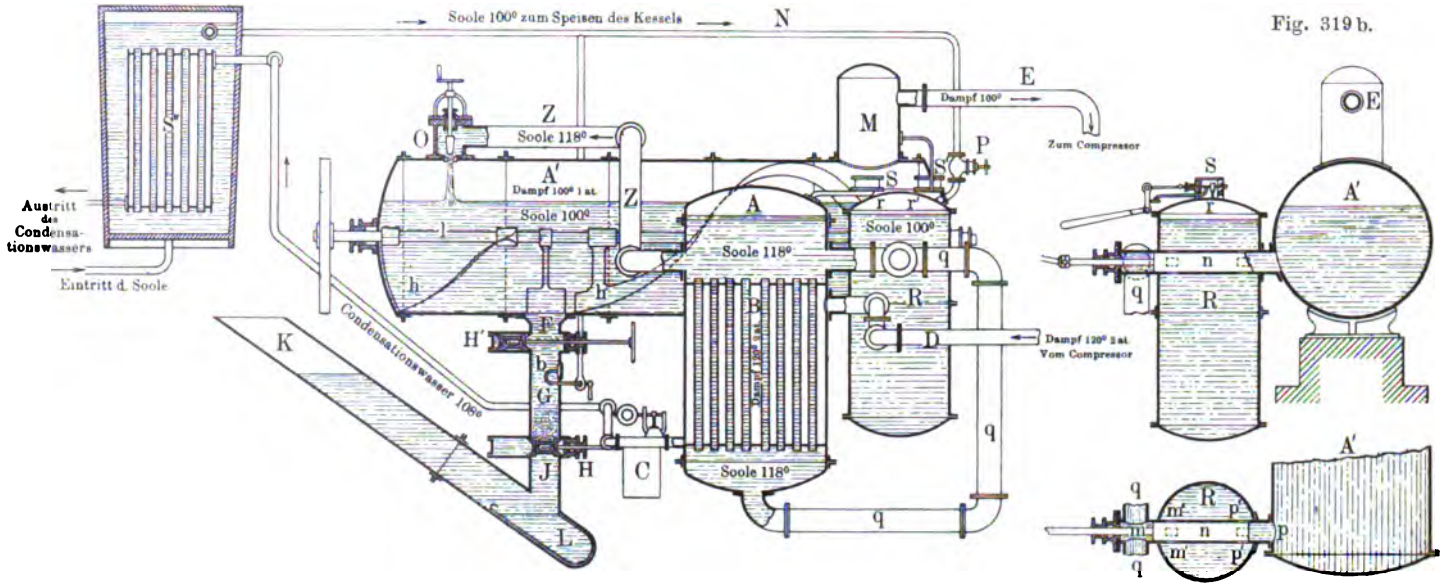
Der Apparat (Fig. 319 a, b, c) besteht aus dem Soolerhitzungskessel A, einem aufrecht stehenden Cylinder mit einem Heizröhren- oder Heizplattensystem B für Dampfheizung, einem Zwischengefäfse R zur Überleitung der Soole nach dem Kessel A, und dem Verdampfungs- und Salzerzeugungskessel A' mit einem Flügelrührwerk h und einer knieförmigen Salzaustragelutte K, einem Soolvorwärmer S'' mit Heizröhrensystem zur Benutzung der Wärme des im Erhitzungskessel verwendeten Heizdampfes und einer automatischen Soolzuführung, dem Kompressor (in der Figur nicht gezeichnet) und dem Kondensationstopfe C.

Der im Verdampfungskessel A' entwickelte Dampf wird von dem Kompressor bei E abgesogen, komprimirt und dem Heizplattensystem B des Soolerhitzers A durch D zugeführt. Der hier kondensirte Dampf sammelt sich als Wasser im Kondensationstopfe C. Das Wasser wird zum Vorwärmen der Soole in den Heizapparat S'' des Vorwärmers gepumpt. Die Soole fliefst aus dem Reservoir an die tiefste Stelle des Vorwärmers, erwärmt sich und wird dem Verdampfungskessel in dem Mafse zugeleitet, dafs hier stets dasselbe Soolniveau erhalten bleibt. Aus dem Verdampfungskessel A' fliefst die Soole in das Zwischengefäfs R, das den Zweck hat, die mit niedrigerer Pressung einfliefsende Soole mit höherer Pressung dem Erhitzungskessel A zuzuführen. Unter dem im Erhitzungskessel durch die Erwärmung erzeugten höheren Dampfdrucke wird die Soole durch eine Röhre Z dem Verdampfungskessel zugeleitet, so dafs sie einen beständigen Kreislauf macht, wobei das Fehlende dadurch, dafs frische Soole in den Verdampfungskessel einströmt, ersetzt wird. In dem Verdampfungskessel steht die Soole unter vermindertem Druck, da der Dampf durch den Kompressor angesaugt wird. Wasser verdampft und Salz fällt aus.

In dem Erhitzungskessel findet nur eine geringe Dampfentwickelung statt, soviel als der Raum über der Soole zuläfst. Die Wärme

Digitized by Google

Fig. 319 a.



Digitized by Google

des Heizdampfes wird fast ausschliefslich zur Erwärmung der immer wieder abgekühlt zufliefsenden Soole verwendet. Bei dieser Erwärmung, fast ohne Verdampfung, wird im Erhitzer ausschliefslich Gyps fallen, und zwar wird nach und nach bei immer wiederholter Erhitzung annähernd sämmtlicher Gyps hier ausfallen. Er setzt sich an den Heizflächen fest und mufs dann von Zeit zu Zeit entfernt werden.

Das Zwischengefäfs R ist ebenfalls mit Soole gefüllt und zwar so weit, dafs der Soolspiegel etwas niedriger als im Verdampfungsgefäfse und etwas höher als im Erhitzer steht. Durch eine maschinelle Einrichtung wird das Zwischengefäfs abwechselnd zuerst mit dem Dampf- und dem Soolraume des Verdampfungskessels, dann mit dem Dampf- und dem Soolraume des Erhitzers durch Röhren und Schieberventile in Verbindung gebracht, so dafs sich beim Ausgleich der Druckunterschiede das Soolniveau des Zwischengefäfses zuerst mit dem Soolniveau des Verdampfers, darauf mit dem Soolniveau des Erhitzers ausgleicht und dadurch ein intermittirender Soolzufluſs vom Verdampfer zum Erhitzer stattfindet. Das Zwischengefäfs wirkt also wie eine Schleufse. Zur Ausgleichung des Soolniveaus ist das Zwischengefäfs R mit dem Verdampfungskessel A' durch die Öffnung p (Fig. 319 c) und mit dem Erhitzer durch die Öffnung m und das Soolzuführungsrohr q verbunden. Beide Öffnungen, p und m, haben nach dem Inneren des Gefäfses R zu Ansatzröhren mit seitlichen Öffnungen p' und m', die durch den Schieberkolben n abwechselnd geöffnet und geschlossen werden. Die abwechselnde Verbindung der Dampfräume geschieht durch die Schieber S und S' und die im Deckel des Zwischengefäfses R über dem Dampfraume angebrachten Öffnungen r und r'.

Sind nun p' und r' geöffnet und zugleich m' und r geschlossen, so steht R mit A' sowohl im Dampfraume als im Soolraume in Verbindung. Bei der entgegengesetzten Stellung des Kolbens n und der durch denselben Mechanismus entsprechend der Kolbenstellung bewegten Schieber S und S' wird die Verbindung zwischen R und A' geschlossen und R mit A verbunden.

Diese Vorrichtung für den Soolumlauf könnte durch eine einfache Pumpe ersetzt werden, wenn nicht zu befürchten wäre, dafs diese durch Salz- und Gypsansätze im Gange gestört würde.

Da sich bei diesem Vorgange auch im Zwischengefäfse durch Abkühlung der Soole etwas Salz niederschlagen wird, so ist die Anordnung getroffen, dafs dieses Salz von Zeit zu Zeit entfernt werden kann.

Dasselbe Patent umfafst auch die mehrfache Verwendung bei Aneinanderreihung mehrerer solcher Apparate, wobei der Abdampf des einen in dem folgenden Apparate zur Heizung benutzt wird.

Der auf der Saline Bevieux bei Bex in der Schweiz im Jahre 1879 betriebene Apparat [1]) hatte als Betriebskraft eine *Girard*sche Turbine,

[1]) *v. Balzberg, Preisschrift.*

Digitized by Google

die bei 17 *m* Druckhöhe 40 bis 50 Pferdekräfte entwickelte. Sie machte 110 Touren in der Minute und übertrug ihre Bewegung mittels Zahnradgetriebes unmittelbar auf den aufrecht stehenden Kompressor, der 55 Touren machte. Aufserdem wurden die Austragevorrichtung im Verdampfer und die Schieber im Zwischengefäfse bewegt, erstere machte eine Umdrehung, letztere machten sieben Gänge in der Minute. Alle Apparate waren mit schlechten Wärmeleitern umhüllt. Ein kleiner Dampfkessel hatte die Bestimmung, die zum Beginn des Betriebes erforderliche erste Wärme zu liefern. Es wurde darin Dampf von 2 *Atm.* Überdruck erzeugt, der eine Temperatur von 120° hatte. Dieser Dampf wurde dem Heizapparate im Erhitzer zugeführt. Das Anwärmen dauerte zwei Stunden und erforderte 189 *kg* Steinkohle. Darauf wurde die Turbine angelassen und der Mechanismus in Bewegung gesetzt.

Als störend beim Betriebe erwies sich alsbald die starke Überhitzung des Dampfes, die eine Folge der in Wärme umgesetzten Arbeit der Kompression war. Statt 120° bei 2 *Atm.* Druck zeigte der Dampf 170° und bei 2,4 *Atm.* 197° *C.*, also 50 und 71° zu viel. Durch diese Überhitzung wurden Wandungen und Kolben des Kompressors angegriffen, das Schmiermaterial zerstört. Im Erhitzungskessel mufste die Wärme des Dampfes erst auf die Sättigungstemperatur sinken, so dafs sich die Wirkung des Heizapparates entsprechend beschränkte. Um den überhitzten Dampf zu sättigen, sollte nach dem Vorschlage von Prof. *Piccard* ein feiner Wasserstrahl dem Dampfstrom entgegengeführt werden. Dies hatte jedoch nicht den gehofften Erfolg.

Der Brennstoffverbrauch war sehr gering. Auf 1 *kg* Kohle wurden 27,7 *kg* Salz erzeugt, und wenn man das Abfallsalz mitrechnet, etwa 30 *kg*. In jeder halben Stunde war der Raum *G* zwischen beiden Austrageschiebern *H*, *H*[1] mit Salz gefüllt, so dafs eine Entleerung vorgenommen werden konnte. Zwei solcher Schieberfüllungen füllten die in der Austragelutte *K* liegende Tasche *L*, die demnach alle Stunden zu ziehen war. Auch der aus dem Verdampfer angesaugte Dampf war überhitzt. Dies zeigt sich immer, wenn Dampf bei Abwesenheit von Wasser mit schlechten Wärmeleitern umgeben ist und verdünnt wird. Zu der Überhitzung wird überflüssiger Weise Kraft verbraucht, für jede Kalorie 428 *Kilogrammmeter*. Wie stark dieser überflüssige Kraftaufwand ist, ergiebt eine Berechnung, wonach theoretisch für die Wasserverdampfung (0,094 *kg* Wasser in einer Sekunde) 21 *Pferdekräfte* erforderlich wären, während in Wirklichkeit 32 *Pferdekräfte* verbraucht worden sind, so dafs 11 *Pferdekräfte* auf Widerstände, Verluste, aber besonders auf die Überhitzung zu rechnen sind.

Dieser durch die Überhitzung bedingte überflüssige Kraftaufwand läfst sich wie folgt berechnen [1]).

[1]) *v. Balzberg*, *Preisschrift*. In den Berechnungen nach *C. v. Balzberg* sind für das mechanische Wärmeäquivalent 435 *mkg* für die Wärmeeinheit angenommen.

Digitized by Google

In Bex wurden an einem Tage 3000 *kg* Salz erzeugt, was einer Wasserverdampfung von 8140 *kg* entspricht. Diese Dampfmenge sollte bei 2 *Atm.* Pressung 120,6° *C.* haben, hatte aber nach der Kompression 190,6° *C.*, also 70° mehr. Da die in jeder Sekunde zu komprimirende Dampfmenge 0,094 *kg* ausmachte, so waren 0,094 × 70 × 0,3337 = 219 *W.-E.* allein für die Überhitzung zu erzeugen (0,3337 specif. Wärme des Dampfes), das sind, da 435 *Kilogrammmeter* auf 1 *W.-E.* zu rechnen sind, $\frac{435 \times 2{,}19}{75} = 12{,}7$ *Pferdekräfte.*

Nach der Formel für den Kraftverbrauch bei der Überhitzung $e = 0{,}06\, m\, (t - t')$, wobei e die Pferdekräfte, m die tägliche Salzerzeugung in Tonnen, t die Temperatur des komprimirten Dampfes, t' die Temperatur des Dampfes, die der Pressung theoretisch entspricht, bedeuten, berechnet sich für den in Bex gebrauchten Apparat der Kraftverlust für jeden Überhitzungsgrad zu 0,18 *Pferdekraft.*

Die zur Salzerzeugung erforderliche Kraft berechnet sich wie folgt:

E = theoretischer Kraftaufwand in Kilogrammmeter,
p = Druck in *kg* auf das Quadratmeter des gepreſsten Dampfes,
p_1 = „ „ „ „ „ „ „ angesaugten Dampfes,
v und v_1 = die diesem Drucke entsprechenden Dampfvolumina.

Dann ist nach *Zeuner*:

$$E = v.\ p.\ log.\ nat\ \frac{p}{p_1},$$

p bei 2,21 *Atm.* = 2,21 × 10333,
v = 0,782,
p_1 bei 0,84 *Atm.* = 0,84 × 10333, also

$$E = 0{,}782 \times 22835{,}93 \times log\ nat\ \frac{2{,}21}{0{,}84} = 17340{,}844\ \textit{Kilogrammmeter},$$

für eine Wasserverdampfung von 1 *kg* in der Sekunde, und da in der Sekunde 0,094 *kg* Wasser im Apparate verdampft wurden, 17340,844 × 0,094 = 1630 *Kilogrammmeter* oder rund 21 *Pferdekräfte.* Auf Überhitzung allein berechnet, giebt obige Überhitzungsformel

$$t - t_1 = \frac{e}{0{,}06\, m} = \frac{11}{0{,}06 \times 3} = 61°,$$

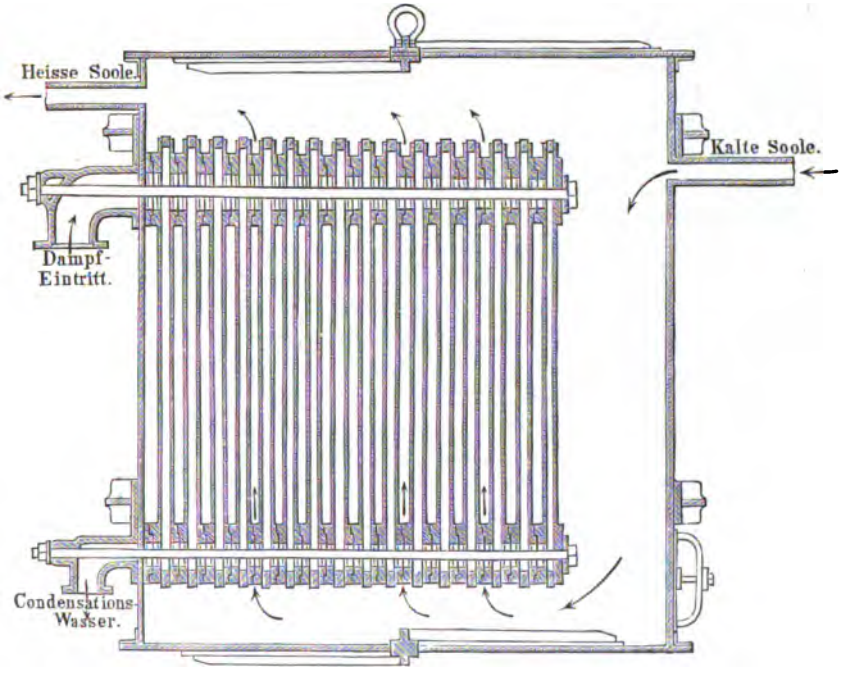
was den Beobachtungen annähernd entspricht.

Bei fortschreitender Kampagne stieg die Überhitzung noch weiter, da sich an den Heizflächen immer stärkere Gypskrusten absetzten und die Wärmeübertragung hinderten. Bei gesteigertem Kraftaufwande wird das Salzausbringen gegen Ende der Kampagne immer geringer, so daſs dann eine Säuberung von Ansätzen vorgenommen werden muſs. In Bex zeigten sich starke Gypsablagerungen auf allen Heizflächen. Die Cirkulirröhren im Heizkasten waren um 6 bis 8 *mm* verengt. Die Ansätze waren fast salzfrei und äuſserst hart. Sie muſsten mit Meiſsel und Hammer und in den Röhren durch Bohrer entfernt werden. Da-

Digitized by Google

bei mufste der Bohrer etwas schwächer als die Rohrweite genommen werden, um die Wandungen nicht zu verletzen, so dafs ein schwacher Ansatz immer zurückblieb. Zum Hantiren des Bohrers waren drei Mann erforderlich; in $2^1/_2$ bis 3 Minuten konnte eine Röhre ausgebohrt werden. Die Menge des Gypsmehles betrug $^1/_{60}$ der Salzmenge, so dafs 1,67 *Pct.* der festen Bestandteile an Gyps in der Soole enthalten sein mufsten. Zum besseren Ablösen des Gypses wurden die Röhren mit Kolophonium bestrichen. Im Zwischengefäfse war nur eine schwache Gypshaut bemerklich, die nicht hinderlich war. Im Verdampfungskessel und am Rührwerke waren zwar starke Salzansätze entstanden,

Fig. 320.



die aber leicht abbröckelten, da sie aus reiner Salzmasse bestanden. Nur an der Einspritzöffnung der heifsen Soole waren Ansätze von Pfannenstein bemerkbar, die jedoch zumeist durch den am Rührwerke an dieser Stelle angebrachten Rechen entfernt wurden.

Zu Ebensee stellte man im Jahre 1881 einen ähnlichen Apparat auf, der nach den Erfahrungen in Bex einige Verbesserungen erhielt [1]).

Statt des Heizkastens mit Cirkulirröhren wendete man ein System von Plattenkasten (Fig. 320) an, zwischen deren Doppelwandungen der Heizdampf cirkulirte. Der Kessel erhielt deshalb statt eines runden

[1]) *M. v. Arbesser, Leob. J.* 1882, **30**, 107.

Digitized by Google

einen quadratischen Querschnitt. Darin waren 25 und später 30 hohle Platten von 2 *m* Höhe und 2 *m* Breite eingebaut, jede demnach mit einer Heizfläche von 8 *qm*, zusammen 200 und später 240 *qm*. Die Doppelplatten bestehen aus einem Rahmen von gebogenem Flacheisen, auf dem zu beiden Seiten 5 *mm* starke Eisenblechplatten aufgenietet sind. Durch Flantschen werden die Platten in einem Abstande von 25 *mm* gehalten. Die Flantschen befinden sich oben und unten und stellen die Verbindung zwischen den Heizräumen der einzelnen Platten unter einander her, die im übrigen durch Zugstangen fest zusammengeschlossen sind. Der Dampf tritt in dieses Plattensystem bei der oberen Flantschendurchbohrung ein und verläfst die Platten an den unteren Flantschendurchbohrungen als Kondensationswasser.

Diese Platten bieten bei gleichem Volumen des Erhitzers eine gröfsere Heizfläche und lassen sich leichter von Gypsansätzen reinigen als Heizröhren.

Das Plattensystem ist an zwei Schienen im Erhitzer aufgehängt, an einem Ringe läfst sich jede Platte leicht aus der Gruppe herausnehmen. Zur Dichtung sind Scheiben von dünnem, gefirnifstem Pappdeckel angewendet.

Der Raum in der Auszugslutte *G* zwischen beiden Schiebern wurde gröfser gewählt, um mehr Salz auf einmal ziehen zu können, auch wurde eine Stopfbüchse eingeschaltet, damit sich die Lutte je nach der Temperatur dehnen oder zusammenziehen konnte.

Zur Dampfpressung diente ein liegender Kompressor von 670 *mm* Durchmesser und 1 *m* Hub.

Der Verdampfer war 6,15 *m* lang und 1,5 *m* weit und hatte einen 1,5 *m* hohen Dampfdom von 0,9 *m* Durchmesser. Die quadratische Austragelutte hatte 45 *cm* Seitenlänge, 1,2 *m* Länge zwischen den Schiebern und 3,5 *m* Länge vom Erhitzer bis zum Knie. Das Zwischengefäfs war 3 *m* hoch und hatte 1,3 *m* Durchmesser. Die Soolröhren waren 25 *cm*, die Dampfansaugeröhren 22 *cm*, die Dampfdruckröhren 15 *cm* weit.

Als Vorwärmer diente ein Holzbottich von 1,5 *m* Durchmesser und 2 *m* Höhe; er enthielt 91 Stück Gasrohre von 30 *mm* Durchmesser als Heizfläche.

Als Betriebskraft für den Mechanismus des Apparates und die zum Entwässern des Salzes dienende Centrifuge wurde eine *Wolf*sche Dampfmaschine benutzt. Niederdruck-, Hochdruck- und Kompressionskolben befanden sich auf einer gemeinschaftlichen Kolbenstange. Ein kleiner Dampfkessel diente zur ersten Erwärmung und zur Regelung der Wärmezufuhr während des Betriebes.

Bei einer Betriebsperiode von 17¼ Tagen wurden 249,7 *cbm* Soole, 32 pfündig bei 15° *C.*, versotten und 79 581 *kg* Salz mit 1 *Pzt.* Feuchtigkeit nach dem Trocknen erzielt. Verbrannt wurden im kleinen Dampfkessel für die Wärmezufuhr 931,4 *kg* Stückkohle mit 20 *Pzt.* Feuchtigkeit und 5 *Pzt.* Asche, im Hauptkessel für die Betriebskraft, die an

Digitized by Google

Stelle fehlender Wasserkraft angewendet wurde, 96900 *kg* Kohle, so dafs auf 100 *kg* Kohle 81,3 *kg* Salz fiel.

In der Stunde fielen:

192 *kg* Salz, und es wurden 529 *Liter* Wasser verdampft.

In der Minute fielen:

3,2 *kg* Salz, und es wurden 8,7 *Liter* Wasser verdampft.

Die Temperatur der Soole war 14,6° *C.* beim Einlauf, vor dem Erhitzen 96,6°, nach dem Erhitzen 107°, die Dampftemperatur vor der Kompression 95,2°, nach der Kompression 180°, die Temperatur des Kondensationswassers 19° *C.*

Die Dampfspannung betrug im Betriebskessel 7,4 *Atm.*, im Verdampfer 0,79, nach der Kompression 1,85, im Erhitzer 1,124 *Atm.* Die der Kompression entsprechende Dampftemperatur war 118°, die Überhitzung 61,7°. Der Kompressor machte 50 Touren in der Minute. Die Pausen zum Schmieren der Maschinenteile nahmen 25 bis 60 Minuten am Tage in Anspruch. In der Stunde erhielt man 637,3 *Liter* Kondensationswasser, was einer Salzerzeugung von 212,43 *kg* entsprach.

Bedient wurde der Apparat in der Schicht von einem Heizer, einem Maschinenwärter und zwei Arbeitern zum Salzausziehen, zur Beaufsichtigung des Apparates, zur Bedienung der Centrifugen und zur Magazinirung des Salzes.

Indikatordiagramme an den Cylindern des Kompressors zeigten

am Kompressionscylinder	40,425	*Pferdestärken*,
am Niederdruckcylinder	bei 50 u. bei 48,5	Touren,
ohne Centrifuge	11,091 u. 9,947	*Pferdestärken*,
mit „	13,799 u. 12,239	„
am Hochdruckcylinder		
ohne Centrifuge	35,12	*Pferdestärken*,
mit „	38,168	„

Im Mittel wurden danach 51,18 *Pferdestärken* gebraucht, wovon 4,27 auf die Centrifuge entfielen.

Die Salzerzeugung war 4613 *kg* im Tage. Um 100 *kg* Salz täglich zu erzeugen, war etwa eine Pferdekraft und für die erste Anwärmung und den Ersatz des Wärmeabgangs 1,2 *kg* Kohle erforderlich. Die Centrifuge mit einem Siebe von $1^1/_2$ Maschen auf 1 *qmm* trocknete je 246 *kg* Salz in 15 Minuten.

Da die Soole zu Ebensee weit weniger Gyps enthält als die zu Bex, so liefs das Ausbringen gegen Ende der Periode nur unbedeutend nach. Die Soole wurde allein durch das Kondensationswasser von 14,6 auf 96,6° vorgewärmt, und dieses kühlte sich auf 19° ab, annähernd entsprechend der Lufttemperatur. Im Erhitzer wurde nur eine Wärmeerhöhung von 96,6 auf 107°, also um 10,4° erfordert, die übrige Wärmemenge konnte zum Verdampfen benutzt werden.

Der Gypsansatz war nach $17^1/_4$ tägigem Betriebe an den Heizflächen gleichmäfsig 5 *mm* stark, unten mürbe und in gröfseren Platten

Digitized by Google

lösbar, oben an den Heizflächen fest angebrannt, am Boden des Kessels war Schlamm von Gyps, Thon und Salz angesammelt. Diese Abfälle betrugen 2,2 *Pct.* des erzeugten Salzes. Im Zwischengefäfse war ebenfalls etwas Salz (1280 *kg*) abgelagert.

Während der erste Versuch so eingerichtet war, dafs er sich auf die Anwendung einer Wasserbetriebskraft übertragen liefs, ist ein zweiter Versuch für ausschliefslichen Dampfbetrieb ausgeführt worden.

Der in dem Hochdruckcylinder von 7,1 *Atm.* Überdruck auf 2 *Atm.* expandirte Dampf tritt zugleich mit dem auf 2 *Atm.* komprimirten Dampf in den Erhitzer und wird dort kondensirt.

Der Dampf des Verdampfers von 0,83 *Atm.* Spannung geht zum Teil in den Niederdruckcylinder als Betriebsdampf, zum Teil zum Kompressor für den Erhitzer.

Die Erfinder bezeichnen dieses Verfahren als das Arbeiten mit substituirtem Dampfe.

Es sollen durch dieses Verfahren folgende Vorteile erreicht werden. Der schädliche Raum des kleineren Cylinders und die Dampfleitung waren so grofs, dafs die übertragene Spannung im gröfseren Cylinder bedeutend geringer war, als der Leistung entsprach, also Dampfverluste eintraten, die bei Anwendung des mindergepreßten Sooldampfes geringer sind. Ferner hat der Kompressor weit weniger Dampf zu komprimiren, erfordert also weniger Kraftaufwand und geringeren Dampfverbrauch.

Um die Überhitzung des Dampfes zu vermeiden, wurde der Kompressionscylinder mit einem doppelten Mantel umgeben, in dem Kühlwasser cirkulirte, durch dessen Verdampfung dem komprimirten Dampfe so viel Wärme entzogen werden sollte, dafs er eben gesättigt war. Dieser im Kühlmantel erzeugte Dampf wurde ebenfalls dem Plattenerhitzer zugeführt. Die Menge dieses Kühlwassers berechnete man wie folgt: Um 1 *kg* Dampf von 1 *Atm.* auf eine Pressung von 2 *Atm.* zu bringen, sind 12316 *Kilogrammmeter* nötig. Ist 435 das mechanische Wärmeäquivalent, so werden durch obige Kraft $\frac{12316}{435}$ = 28,31 *W.-E.* erzeugt.

1 *kg* Dampf von	100°	enthält	637	*W.-E.*,
1 „ „ „	120°	„	643,28	„
		Unterschied	6,28	*W.-E.*

Die Wärmemenge von 28,31 *W.-E.* setzt sich also zusammen:

aus 6,28 *W.-E.* für die Temperaturerhöhung,
„ 22,03 „ „ „ Überhitzung des Dampfes.

Die spezif. Wärme des überhitzten Dampfes ist nach *Regnault* 0,4805. Die Überhitzung beträgt also $\frac{22{,}03}{0{,}4805} = 45{,}8°\ C.$

Der bei 2 *Atm.* gesättigte Dampf hat 120,6° und wird um 45,8° überhitzt, erhält also eine Temperatur von 166,4° *C.*

Digitized by Google

Um jene 22,03 *W.-E.* zu binden, sind bei einer Verdampfungswärme von 521,87 *W.-E.* auf das Kilogramm $\frac{22{,}03}{521{,}87} = 0{,}043\,kg$ Kühlwasser nötig.

Der Kompressor zu Ebensee preſste in der Minute 8,709 *kg* Dampf, erforderte also stündlich $8{,}709 \times 60 \times 0{,}043 = 22{,}8\,kg$ oder *Liter* Kühlwasser. Diese wurden stündlich mitverdampft und gaben ihre Wärme im Erhitzer ab.

In dieser Anordnung leistete der Apparat täglich 6,4 *Pct.* mehr. Bei gleicher Tourenzahl des Kompressors war die Spannung des komprimirten Dampfes 2,07 *Atm.* gegen 1,84 *Atm.* bei früherer Anordnung. Die Überhitzungswärme lieſs trotz der Kühlung nur um 2° nach.

Das Ausbringen auf 100 *kg* Kohle war 244,2 *kg* Salz, gegen 81,3 *kg* bei dem Verfahren ohne substituirten Dampf, also das Dreifache.

In der Stunde wurden 204 *kg* Salz erzeugt. Bei 14 tägigem Betriebe wurden 63 463,59 *kg* Salz aus dem Verdampfer gewonnen. Im Zwischengefäſse hatten sich noch 1344 *kg* Salz angesammelt, im Plattenerhitzer 405 *kg*. Die Gypskruste an den Heizflächen lieferte noch 1330 *kg* feste Bestandteile. Verbrannt wurden 27 560 *kg* Traunthaler Stückkohle, also einschlieſslich Centrifugentrocknung eine Leistung von 244,2 *kg* Salz auf 100 *kg* Kohle. Auf Treppenrosten erzeugt man in Ebensee mit derselben Kohlenmenge in Planpfannen 117 *kg* Salz, so daſs die Brennstoffersparnis beim *Piccard*betriebe 52,1 *Pct.* ausmachte.

Bei den späteren Kampagnen wurden gleiche Erfolge nicht mehr erzielt, und zahlreiche Störungen machten den Betrieb unregelmäſsig und führten zu längeren Kaltlagern, wodurch das Rosten des ganzen Apparates befördert wurde.

So trat z. B. Soole mit in den Niederdruckcylinder und verursachte Brüche. Zwischen den Heizplatten setzte sich harzige Schmiere ab, die von dem überhitzten Dampfe hineingetragen wurde und nur auf umständliche Weise entfernt werden konnte. Das Anballen von Salzklumpen am Rührwerk konnte dadurch vermieden werden, daſs an der Rührwerkswelle ein Hammer angebracht wurde, der leichte Schläge auf das Rührwerk bei jeder Umdrehung führte, so daſs das anhaftende Salz abfiel. Der Plattenapparat wurde undicht und lieſs Heizdampf in die Soole, so daſs schlieſslich die Leistung geringer wurde, als bei einer gewöhnlichen Flachpfanne. 1886 ist der Betrieb eingestellt worden, da der Apparat nach fünfjährigem Gebrauch zu schadhaft geworden war.

Der Apparat mit allem Zubehör hatte in Ebensee . . 29 000 *Gulden*,
die Herstellung der Fundamente, Anpassung des Aufstellungsgebäudes, Kesseleinmauerung . . . . . 4 863 „
zusammen 33 863 *Gulden*

gekostet.

Die Kosten der Instandsetzung nach fünfjährigem Betriebe wurden auf 3000 Gulden veranschlagt.

Digitized by Google

Auch auf der Saline zu Schönebeck ist ein *Piccard*-Apparat mehrere Jahre in Betrieb gewesen, ist aber dann als unvorteilhaft wieder abgeworfen worden.

Der *Piccard*-Apparat bedeutet einen beachtenswerten Fortschritt im Salinenwesen, wenn er sich auch in seiner bisherigen Einrichtung infolge der Umständlichkeit der Zusammensetzung und mit Rücksicht auf die Sorgfalt, die zur Bedienung erforderlich ist, allgemein für den gewöhnlichen Salinenbetrieb nicht eignet. Der Fortschritt liegt darin, dafs eine fast völlig reine Scheidung der Soolbestandteile erreicht wird: Feinstes, reines, gypsfreies Tafelsalz, die Gypsbestandteile in den Ansätzen des Erhitzers und süfses Wasser im Kondensationstopfe.

Bei einem Vergleiche der Kosten des *Piccard*-Betriebes mit denen des gewöhnlichen Pfannenbetriebes kommt *v. Balzberg* zu dem Ergebnis, dafs ein Vorteil mit dem *Piccard*-Apparate nur bei Verwendung von Wasserkräften erzielt werden kann, wie folgende Berechnung zeigt.

Eine jährliche Produktion von 31 800 000 *kg* (Ebensee) erfordern bei Flachpfannenbetrieb

an Arbeitalöhnen und Unterhaltungskosten . . .	51 039	*Gulden*,
an Brennstoffkosten	153 689	„
zusammen	204 728	*Gulden*.

Um eine gleiche Salzmenge mit *Piccard*-Apparaten zu erzeugen, wären 20 Apparate nötig, die je 33 863 *Gulden* kosten, so dafs die Anlagekosten 677 260 *Gulden* ausmachen. Davon betragen

10 *Pzt.* Amortisation	67 726	*Gulden*,
5 „ Verzinsung	33 863	„
Ausbesserungen, Schmiedearbeit	3 000	„
Arbeitslöhne u. a., 55 *Pzt.* der bei Flachpfannenarbeit	28 071	„
Brennstoff, 50 *Pzt.* des bei Flachpfannen erforderlichen	76 344	„
zusammen	209 004	*Gulden*.

Bei Wasserbetrieb würden 1000 *Pferdekräfte* zu beschaffen sein. Die Kosten einer Pferdekraft bei Wasserbetrieb wird zu 250 *Gulden* angenommen, also Anlagekosten 250 000 *Gulden*. 1 *Piccard*-Apparat bei Wasserbetrieb kostet 20 000 *Gulden*. Mit Rücksicht auf wechselnde Betriebswassermengen werden 25 Apparate angenommen, das ergiebt einen Kostenaufwand von 500 000 *Gulden*. Davon

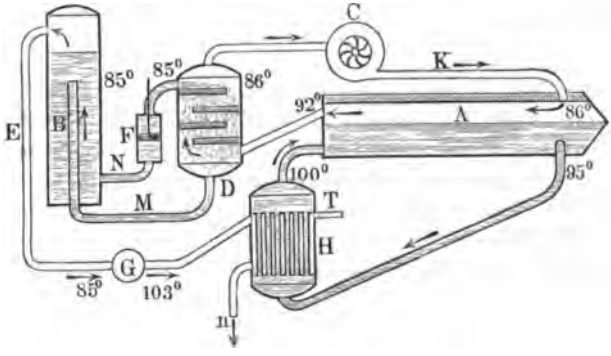
10 *Pzt.* Amortisirung	50 000	*Gulden*,
5 „ Verzinsung	25 000	„
5 „ Verzinsung der Wasserkraft . . .	12 500	„
50 „ der Arbeitskosten bei Flachpfannen	25 519	„
20 000 *kg* Brennstoff zum Anwärmen . . .	1000	„
Ausbesserungen	2000	„
zusammen	116 019	*Gulden*.

4. Grobsalzvakuumpfanne von *Schäffer* u. *Budenberg*. Um aus der in dem Erhitzungskessel erwärmten Soole Grobsalz gewinnen zu können, haben *Schäffer* u. *Budenberg* in Buckau-Magdeburg (*D. R.-P.*

Digitized by Google

Nr. 13939 vom 28. September 1880 [1]) den Erhitzer mit einer geschlossenen Flachpfanne verbunden. Im Erhitzer *H* (Fig. 321) wird die Soole auf 100° erwärmt, tritt in die Flachpfanne *A*, durchströmt diese, kühlt sich um 5° ab und kehrt (ohne Zwischengefäfs) mit etwa 95° an der tiefsten Stelle wieder zum Erhitzer zurück. Ein Ventilator *C* saugt das Gemenge von Luft und Dampf über der Flachpfanne ab und läfst es durch einen Kondensator *D* treten, wo der Luft so viel Dampf entzogen wird, als sie bei der Abkühlung bis auf 86° fallen läfst. Die so getrocknete Luft wird durch *K* wieder unter den Mantel der Flachpfanne geblasen und nimmt von neuem Dampf auf, indem sie sich auf 92° erwärmt. Der Kondensator *D* hat durchlöcherte, versetzt angebrachte Platten, durch die Wasser heruntertröpfelt. Das Kondensationswasser wird in das Gefäfs *B* durch die Röhre *M* angesaugt, indem die Pumpe *F* Wasser aus dem Gefäfse entnimmt und ein Kompressor *G* die sich entwickelnden Dämpfe durch die Röhre *E* ansaugt und zu Heizdampf

Fig. 321.



für den Erhitzer zusammenpreſst. In dem Gefäfse *B* bildet sich ein Vakuum von 0,6 *Atm.* Spannung, so dafs hier Dampfentwickelung entsteht. Durch das Rohr *T* können noch weitere Dampfmengen zur Erhitzung zugeleitet werden. Bei *n* fliefst das Kondensationswasser ab.

Da hier Luft zum Dampfaufsaugen angewendet wird, so mufs der Sooldampf zunächst kondensirt und dann wieder zum Verdampfen im Vakuum gebracht werden. Man kann also nur mit geringen Temperaturunterschieden arbeiten, wodurch die Wirkung sehr herabgedrückt wird.

Bei einer Berechnung der Wirkungsweise des Apparates kommt *v. Balzberg* zu dem Ergebnis, dafs zur Gewinnung von 1 *kg* Salz

eine Soolencirkulation von	294	*Liter*,
eine Cirkulation des Kondensationswassers von .	349	„
eine Luftcirkulation von	2,32	*cbm*,
eine Heizfläche von	1445,7	*qm*

[1]) *P. J.* 1882, **243**, 133.

Digitized by Google

erforderlich ist, letztere für eine Leistung von 12 *kg* Salz in der Minute berechnet, also eine sehr grofse Heizfläche, die auf mindestens sechs Apparate zu verteilen wäre. An Pferdekräften wäre weniger aufzuwenden als beim *Piccard*-Apparate.

Dazu dient folgende Berechnung [1]).

Um aus gesättigter (26,6 *pct.*) Soole 1 *kg* Salz zu gewinnen, sind 2,76 *kg* Wasser zu verdampfen, dazu sind 640 × 2,76 = 1766 *W.-E.* erforderlich. Die Soole kühlt sich nur um 5° in der Pfanne ab. Um 1 *kg* Salz zu gewinnen, werden also $\frac{1766}{5} = 353{,}2$ *kg* oder 294 *Liter* Soole in Bewegung zu setzen sein.

2,76 *kg* Dampf werden kondensirt und bei 85° wieder verdampft.

Das Kondensationswasser tritt in das Gefäfs *B* mit 90° ein und verläfst es mit 85°. 1 *Liter* giebt also 5 *W.-E.* ab. Für 1 *kg* Dampf von 85° sind 632,4 *W.-E.* nötig, für 2,76 *kg* also 1745,4 *W.-E.* Es müssen danach $\frac{1745{,}4}{5} = 349$ *Liter* Kondensationswasser vorhanden sein.

Obige 2,76 *kg* Wasser sollen bei 92° Wärme der Verdampfungsluft verdampfen. 1 *cbm* Luft nimmt nach *Warth* bei 92° 2,361 *kg* Wasser auf, um gesättigt zu sein. Mit 86° tritt die Verdampfungsluft ein, wo sie 1,1707 *kg* Wasser hält. Es kann also 1 *cbm* Luft 2,361 — 1,1707 = 1,1903 *kg* Wasser aufnehmen. Um 2,76 *kg* aufzunehmen, sind 2,32 *cbm* Luft erforderlich.

Die erforderliche Heizfläche berechnet sich [2]) nach der Formel

$$F = Q \frac{650 - t}{0{,}07\ (T - t)},$$

wobei

F die Heizfläche in Quadratmetern,
Q die in der Sekunde zu verdampfende Wassermenge = 2,76 *kg*,
T die Temperatur des Heizdampfes = 103°,
t die Temperatur der zu erhitzenden Soole = 100° ist;

es ist also

$$F = 2{,}76 \frac{650 - 100}{0{,}07\ (103 - 100)} = 7228{,}6\ qm,$$

oder, da eine gewöhnliche Pfanne, auf die Sekunde berechnet, 0,2 *kg* Salz liefert, der fünfte Teil vorstehender Fläche, also 1445,7 *qm*.

Um die entsprechende Wassermenge von 349 . 0,2 . 60 = 4188 *Liter* heben zu können, ist eine Pumpe zu 40 Hüben in der Minute von 333 *mm* Kolbendurchmesser und 500 *mm* Hub erforderlich.

---

[1]) *v. Balzberg, Preisschrift.*
[2]) *Ö. Z.* 1879, 27, 167.

Digitized by Google

$2{,}32 \times 0{,}2 = 0{,}464$ *cbm* Luft in der Sekunde würde ein kleiner *Schiele*scher Ventilator mit 2500 Touren in der Minute bei $^1/_2$ Pferdekraft leisten können. Eine Heizfläche von 1445,7 *qm* müfste aus 180 oder 181 Plattenpaaren zu je 8 *qm* Heizfläche wie beim *Piccard*-Apparate in Ebensee bestehen.

Der Kompressor hat in der Sekunde $2{,}76 \times 0{,}2 = 0{,}552$ *kg* Dampf von 85° anzusaugen, der ein Volumen von $2{,}827 \times 0{,}552 = 1{,}560$ *cbm* einnimmt. Bei 50 Hüben in der Minute kommen auf 1 Hub (Hin- und Hergang) $\frac{1{,}560 \times 60}{50} = 1{,}87$ *cbm*. Der Kompressor müfste 1050 *mm* Durchmesser und Höhe haben. Die Betriebskraft dazu berechnet sich nach der Formel

$$E = 1003\, Q \,.\, log\, \frac{\delta P}{\delta p},$$

wobei Q die in der Sekunde zu pressende Dampfmenge $= 0{,}552$ *kg*, δP das Gewicht eines Kubikmeters des zu pressenden Dampfes $= 0{,}558$ *kg*, δp das Gewicht eines Kubikmeters anzusaugenden Dampfes 0,367 *kg* ist. Also $E = 1003 \times 0{,}552 \times 0{,}2046625 = 113$ *Pferdestärken*. Es würde also eine unverhältnismäfsig grofse Heizfläche erforderlich sein, die mindestens auf sechs Apparate zu verteilen wäre. Die aufzuwendenden Pferdestärken würden geringer sein als beim *Piccard*-Apparate.

5. Verdampfungsapparat von *A. Pütsch*. *Albert Pütsch* in Berlin hat zum Eindampfen von Salzlösungen, besonders auch von solchen Flüssigkeiten, die übelriechende Gase entwickeln, einen Apparat empfohlen, bei dem die Erhitzung der Soole durch eingeführte Feuergase und Dampf geschieht und die Verdampfung unter einem Vakuum vor sich geht (*D. R.-P.* Nr. 365 vom 6. September 1877) (Fig. 322, a. f. S.[1]).

In dem mit Soole gefüllten, aufrecht stehenden, cylindrischen Erhitzungskessel C reicht eine Röhre d bis auf den Boden, sie ist dort mit fein durchlöcherten Querröhren d_1 versehen. In diese Röhre werden mit einer Luftpumpe A die Heizgase des Ofens B in der Weise hineingepreſst, daſs die Luftpumpe die frische Luft unter den Rost des geschlossenen Ofens preſst, während die Verbrennungsgase am oberen Teil des Ofens dem Soolerhitzungskessel C zuströmen. Die Dämpfe des Erhitzungskessels, gemischt mit den in der Soole aufsteigenden Verbrennungsgasen, treten gepreſst am oberen Teile des Kessels durch eine Röhre e in den Zwischenboden eines benachbarten, geschlossenen, gewölbten Kessels D, in dem Soole unter einem Vakuum verdampft werden kann. Sie dienen dort zur mittelbaren Erwärmung der zu verdampfenden Soole und strömen dann durch g einem Röhrensystem F

[1]) *P. J.* 1879, 231, 66.

Digitized by Google

zur Kondensation der Verbrennungsdämpfe zu, während die nicht kondensirbaren Gase bei *s* durch die Esse ins Freie entweichen oder

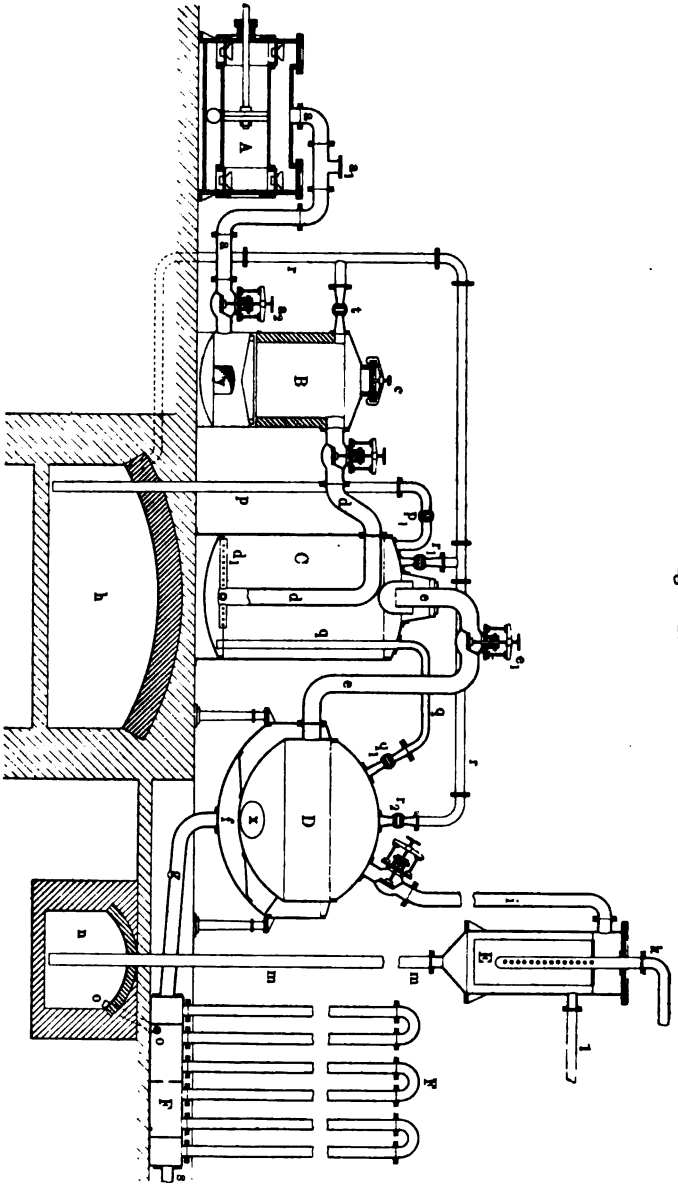


Fig. 322.

von neuem durch die Luftpumpe angesaugt und unter den Rost des Verbrennungsofens gepreſst werden. Das Vakuum im Verdampfungs-

Digitized by Google

kessel wird durch eine besondere Luftpumpe erzeugt, die die Dämpfe durch i aus dem oberen Teile des Kessels durch einen Kondensator E saugt, wo sie unter Wassereinspritzung niedergeschlagen werden. Die oberen Teile beider Kessel stehen mit der erst bezeichneten Luftpumpe A durch Röhren r in Verbindung, aufserdem reicht aus dem Verdampfungskessel eine Röhre q bis auf den Boden des Erhitzungskessels und aus diesem eine Röhre p bis auf den Boden eines darunter liegenden Soolreservoirs h. Bei entsprechender Stellung der Hähne $r_1 r_2 p_1 q_1 t$ kann erreicht werden, dafs durch Saugen der Luftpumpe Soole aus dem Erhitzungskessel in den Verdampfungskessel übergeführt wird, oder dafs Soole aus dem Soolbassin in den Erhitzungskessel steigt. Um die Luftpumpe zu diesem Zwecke saugend wirken lassen zu können, ist sie mit einem besonderen Umsteuerungsmechanismus versehen. Durch Druckwirkung der Luftpumpe kann aus dem geschlossenen Soolbassin h Soole durch p in den Erhitzungskessel und aus dem Erhitzungskessel durch q in den Verdampfungskessel gepreſst werden. Zum Salzaustragen sind an beiden Kesseln unten Mannlöcher x angebracht.

Sollen die Kessel entleert werden, so wird im Vakuumkessel D ein Lufthahn geöffnet und dadurch die Luftleere aufgehoben. Ist der Kessel entleert, so werden sämmtliche Absperrungen, mit Ausnahme der Hähne e_1, r_2 und q_1 geschlossen. Die Luftpumpe A saugt dann durch die Röhren a und r die Luft aus dem Vakuumkessel D, und die äufsere Atmosphäre treibt die in dem Gefäfse C befindliche Flüssigkeit durch das bis auf den Boden von C reichende Rohr q in den Vakuumkessel hinüber. Um das Gefäfs C nach der Entleerung mit Flüssigkeit aus dem Soolreservoir h wieder zu füllen, werden die Hähne r_2 und q_1 und das Absperrventil e_1 geschlossen, dagegen der Hahn p_1, der sich an dem in das Reservoir eintauchenden Rohre p befindet, und der Hahn r_1 des Rohres r geöffnet.

Der Ofen hat zum Einbringen des Brennstoffs eine verschliefsbare Füllöffnung c. Durch Stellung des Regulirhahns t kann aus dem von dem Druckrohre a abzweigenden Rohre r gepreſste frische Luft auch in den oberen Teil des Ofens über den Brennstoff geführt werden.

Die Wärme wird bei diesem Apparate sehr vollständig ausgenutzt. Die unmittelbare Einführung der Verbrennungsgase in die Flüssigkeit ist für die Salzgewinnung unanwendbar, da die Verbrennungsgase nicht rein genug erhalten werden können. Es würde hier die Anwendung reiner, erhitzter Luft zweckmäfsiger sein. Die Luftzuführungsöffnungen in der Soole des Erhitzungskessels werden sich zweifellos bald mit Gyps und Pfannenstein zusetzen und den Apparat aufser Thätigkeit bringen. Die Kondensation der Verbrennungsgase ist überflüssig, die Einrichtung zum Salzaustragen unvollkommen. Der Hahn zur Überführung der heifsen Soole wird sich bald zusetzen.

Digitized by Google

6. Verdampfungsapparat von *A. Vogl* in Hallein und *v. Bechtolsheim* in München (*D. R.-P.* Nr. 20391 vom 28. März 1882[1]).

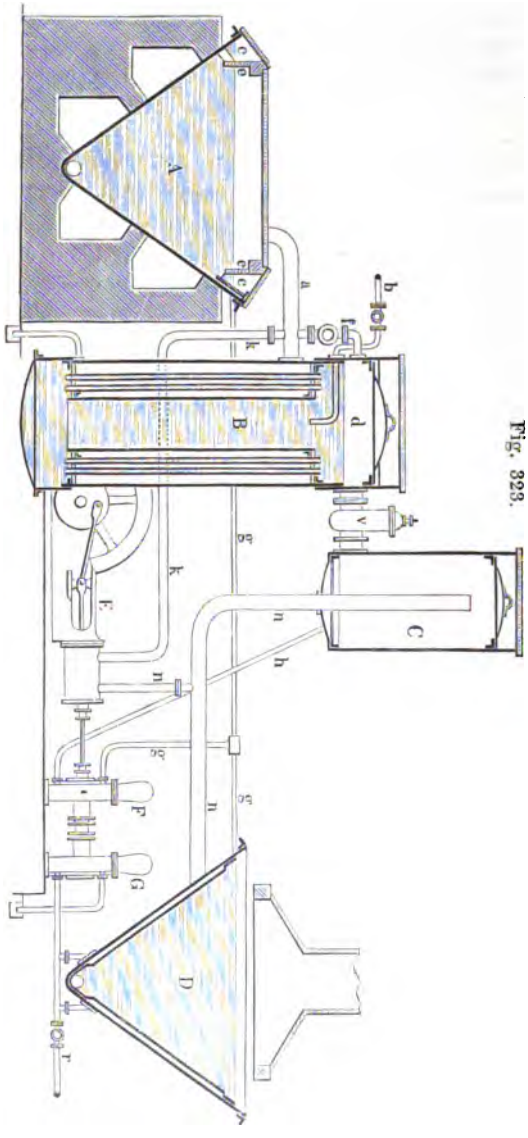


Fig. 323.

Der in einer geschlossenen *Vogl*schen Spitzpfanne *A* (Fig. 323) erzeugte Dampf wird in den Heizraum eines Vakuumkessels *B* geleitet und erhitzt die darin befindliche Soole. Der aus dem Vakuum abgesaugte Dampf wird zwischen die Doppelwandungen einer anderen, offenen Spitzpfanne *D* geleitet, die zur Grobsalzbereitung dient. Der Vakuumkessel *B*, ein aufrechtstehender Cylinder mit innerem, den ringförmigen Heizraum abschliefsendem Cylinder dient zum Garmachen der Soole. Durch den Heizraum ziehen sich Röhren für die Soole, wodurch die Heizfläche vergröfsert wird. Die frische Soole tritt von oben durch eine Röhre *b* in den Vakuumcylinder. Die gare Soole fliefst in ein Zwischengefäfs *C*, in dem die Hauptverdampfung stattfindet. In dieses mündet das Dampfabsaugerohr *n*. Aus dem Zwischengefäfs *C* fliefst die Soole durch *h* einer Pumpe *F* zu, die sie, dem Bedarf entsprechend, durch *g* sowohl der unmittelbar befeuerten Feinsalzpfanne *A* als der Grobsalzpfanne *D* zupumpt. Der Vakuumkessel *B* und das seitlich

[1]) *P. J.* 1883, **248**, 286.

Digitized by Google

stehende Zwischengefäfs *C*, das die Stelle eines Dampfdomes vertritt, sind oben auf einfache Weise mit einem Deckel geschlossen, der mit dem Rande auf einem Winkelringe ruht. Der Luftzutritt wird durch aufgegossenes Wasser oder durch Soole verhindert. Die von den Heizdämpfen der Grobsalzpfanne und des Vakuumkessels gebildeten Kondensationswasser werden durch die Röhren *r* mit der Pumpe *G* abgesaugt. Die zum Betriebe der Pumpen aufgestellte Dampfmaschine erhält den Betriebsdampf mit atmosphärischem Druck durch *k* aus der Feinsalzpfanne. Die Abdampfleitung *n* steht mit dem Vakuumraume in Verbindung, wodurch ein für den Betrieb ausreichender Druckunterschied erreicht wird.

Um beim Beginn des Betriebes das Vakuum zu erzeugen, wird der bei *A* entwickelte Dampf durch die Röhre *f*, den Dampfraum *d*, die Röhre *n*, den Heizmantel von *D* und den Hahn *r* getrieben, so dafs die Luft entweicht. Dann werden die Hähne *f* und *r* geschlossen, wobei durch die Abkühlung das Vakuum entsteht, so dafs der Maschinenbetrieb beginnen kann.

Zum Abschlufs der Pfanne *A* ist der Deckel mit Blechstreifen *e* versehen, die in die Soole eintauchen, oder es sind (wie links in der Figur) keilförmige Holzstücke *c* eingelegt.

Um die Heizröhren während des Betriebes reinigen zu können, schliefst man den Schieber *v*, läfst durch *b* frische Soole zufliefsen, so dafs sich der Dampfraum *d* ganz mit Soole füllt. Der Deckel läfst sich dann abnehmen. Der Soolhahn bei *b* wird nun geschlossen, und die Röhren können gereinigt werden. Ist der Deckel wieder aufgelegt und *v* geöffnet, so kann der Überschufs von Soole durch die Pumpe *F* abgesaugt und den Pfannen zugeführt werden.

Nicht völlig gesättigte Soole wird sich, der Verdampfungstemperatur entsprechend, im Vakuumkessel *B* anreichern. Bei gesättigter Soole ist dabei die Gefahr der Salzausscheidung nicht ausgeschlossen. Die Heizung der Grobsalzpfanne mit dem Dampfe der Vakuumpfanne kann keine sonderlich grofse Wirkung versprechen, da die Soole bereits mit derselben Temperatur in die Grobsalzpfanne tritt wie der Dampf in den Heizmantel. Er wird allerdings die Abkühlung der Soole verzögern. Bei 0,4 *Atm.* Druck im Vakuumkessel werden Soole und Dampf eine Wärme von 75,5° *C.* haben. Eine völlige Ausnutzung der Dampfwärme ist hierbei nicht vorgesehen. Ob die Betriebsmaschine eine genügende Wirkung hat, erscheint fraglich. Die Anwendung von Pumpen zur Beförderung heifser Soole ist unzweckmäfsig, da sich die Pumpen durch ausfallendes Salz verstopfen.

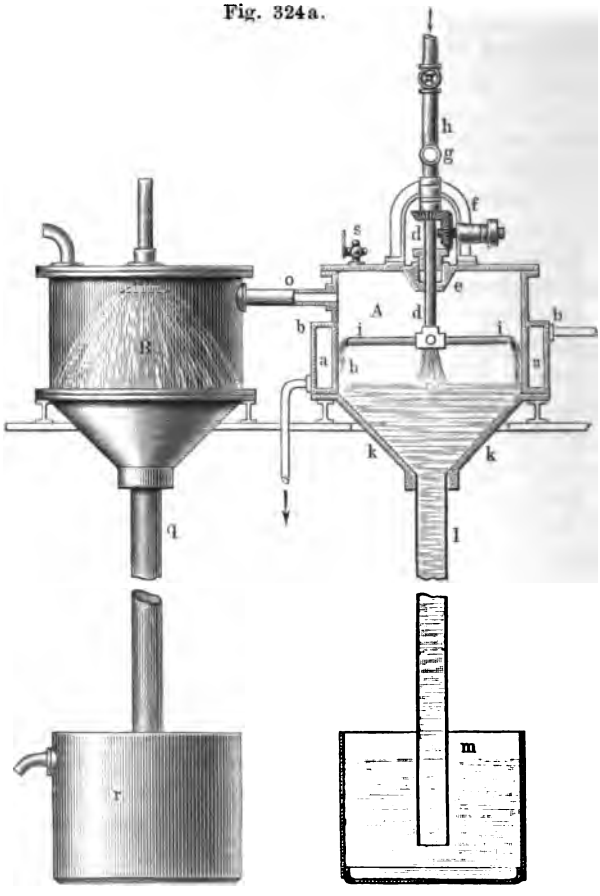
7. Verfahren der Kaliwerke Aschersleben [1]). Das Verfahren zur Konzentration von kochsalzhaltigen Lösungen der früheren Gewerk-

[1]) *P. J.* 1885, **257**, 339.

Digitized by Google

schaft in Aschersleben (*D. R.-P.* Nr. 32392 vom 1. Jan. 1885) beruht wie bei vorstehendem Patente darauf, dafs die kalte Soole in einem Vakuumkessel konzentrirt wird, um die Nebensalze (Gyps u. a.) bei niedriger Temperatur abzuscheiden, wobei ein Festbrennen weniger vorkommt. Die Soole bleibt nur so lange im Vakuumkessel, bis sie mit Kochsalz gesättigt ist. Die Löslichkeit des Kochsalzes bei wachsender Temperatur nimmt weniger zu als die der Nebensalze, so dafs sich bei der

Fig. 324a.



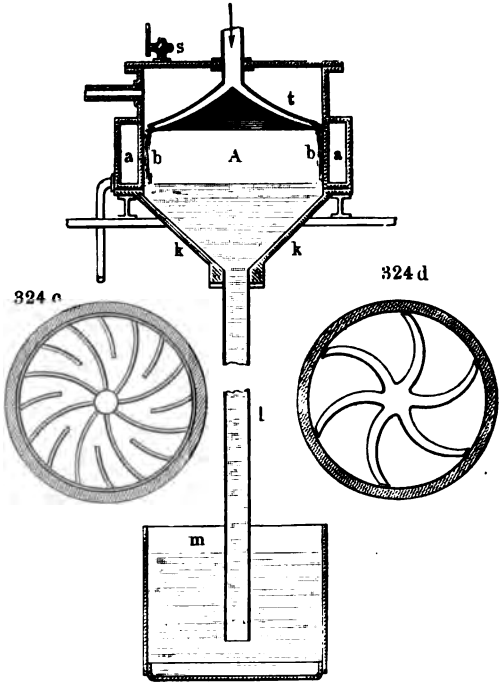
darauf folgenden Verdampfung unter gewöhnlichem Atmosphärendruck, bis zur völligen Anreicherung der Soole mit Nebensalzen, nur Kochsalz ausscheidet. Bei gypshaltiger Soole bleibt indessen diese Wirkung aus.

8. *A. Knoop* in Minden i. W., Agent des holländischen Siedereibesitzers *Bein*, hat auf ein Verteilungsrohr an Vakuumverdampfapparaten zur Erzeugung von Feinsalz nach einer von *Bein* angegebenen Methode

Digitized by Google

ein Patent erhalten (*D. R.-P.* Nr. 42862 vom 9. September 1887). Von zwei cylindrischen Kesseln *A*, *B* mit trichterförmigem Boden (Fig. 324a) ist der eine mit einem Heizmantel *b* umgeben und dient als Salzerzeuger, der zweite, mit dem Dampfraume des ersteren durch eine Röhre *o* verbundene Kessel als Kondensator für die Dämpfe. Da beide Kessel an ihrem unteren, trichterförmigen Ende mit langen, offenen Röhren *l*, *q* verbunden sind, die in offene Gefäfse *m*, *r* eintauchen, von denen das eine (*m*) mit Soole, das andere (*r*) mit Kondensationswasser gefüllt ist, so entsteht durch hydrostatischen Druck und Kondensation der Dämpfe ein Vakuum von etwa $^1/_3$ Atmosphäre. Die von oben durch eine Stopfbüchse in den Vakuumkessel eingelassene Soolzufluſsröhre *d* trägt im Kessel einen Verteiler *i*, der die Soole in Tropfen oder Strahlen an die äufseren, geheizten Kesselwände schleudert. Dazu dienen entweder vier Arme, die bei der Drehung der Röhre durch ein Kegelgetriebe *f* die Soole an die Wandungen schleudern, oder eine doppelwandige Kegelfläche, die die Soole an die Wandungen flieſsen läſst, wie in dem Zusatzpatente Nr. 43905 vom 27. November 1887 (Fig. 324b). Auf der Kegelfläche können auch kleine Leitschaufeln angebracht sein, oder der Verteiler hat kleine, spiralförmig gewundene Röhrchen, die nach der Seite und nach unten gebogen sind, so daſs die Soole in dünnen Spiralen an die Wandungen des Gefäfses geschleudert wird (Figur 324c und d). Das beim Verdampfen der Soole sich ausscheidende Salz soll an den Trichterflächen *k k* abgleiten und in die Röhre und das darunter stehende Gefäſs *m* fallen, von wo es ausgetragen werden kann. In den Kondensatorkessel wird Wasser eingepumpt, das in feinen Strahlen durch den Dampfraum fällt und aus dem unter der Abfallröhre stehenden Gefäfse abflieſst.

Fig. 324b.



Die Gefäfse *A* und *B* sind 30 bis 40 *cm* weit, die Austrageröhren 6,5 und 8,5 *m* lang, sie reichen 1 *m* tief in die Gefäfse *r* und *m*.

Digitized by Google

Bei einem Vakuum von $^1/_3$ *Atm.* wird eine Siedetemperatur von etwa 70° zu erzielen sein, so dafs man gut Maschinenabdampf verwerten kann. Das Salz wird bei dieser geringen Temperatur weit reiner ausfallen als bei gewöhnlicher Siedetemperatur, und Gypsansätze werden sich unter der Einwirkung der kühlenden, frisch zurieselnden Soole nicht so leicht an den Wandungen absetzen. Bei der geringen Ausdehnung der Heizfläche ist die Anwendung der Vorrichtung für den Grofsbetrieb nicht gut geeignet. Der *Knoop*sche Apparat ist einige Monate auf der Saline Königsborn in Westfalen in Betrieb gewesen. Das Ergebnis war ungünstig, da eine geregelte, gleichmäfsige Salzerzeugung nicht erzielt werden konnte. Das Salz brannte an den Cylinderwandungen fest und hinderte die Wärmeübertragung. Gröfsere Schollen lösten sich ab und verstopften die Austrageöffnung. Eine lebhaftere Bewegung der Soole und ein Schabeapparat könnten diesen Übelständen vielleicht begegnen.

9. Auf einem Salzsudwerke der Firma *Kolff u. Vis* bei Rotterdam gewinnt man sehr reines, lockeres Speisesalz aus reiner Steinsalzsoole in einem Apparate, der in der Form dem *Knoop*schen Verdampfungskessel ähnlich ist. Statt einer äufserlichen Erwärmung des Gefäfses ist innere Heizung mit Dampf durch einen in dem oberen Teile des Verdampfungskessels befindlichen Heizapparat vorgesehen. Dieser wird von der Soole umspült. Die frische, durch Auflösen von Heilbronner Steinsalz gewonnene konzentrirte Soole wird dem unteren Gefäfse zugeführt, in das sich das ausfallende Salz ansammelt. Ein Exhaustor saugt den Abdampf der Soole an und hält den Soolstand im Verdampfungsgefäfse so hoch, dafs der Heizapparat stets von Soole umgeben ist. Das Salz wird in Centrifugen getrocknet und ist lockerkrystallinisch.

Die Einrichtung eignet sich besonders für gypsfreie, konzentrirte Soole. Nur dabei wird ein ungestörter Betrieb und die bezeichnete Güte des Produktes zu erwarten sein. Gypshaltige Soole wird man zunächst entweder durch Fällungsmittel reinigen oder gar stören und heifs in den Apparat einführen müssen. Je nach der gröfseren oder geringeren Erwärmung wird der Heizapparat von Gypsansätzen weniger oder mehr frei bleiben, der Gyps als Schlamm niederfallen und sich mit dem Salze vermischen.

Die Wärmeausnutzung ist bei dieser Anordnung besser als bei dem *Knoop*schen Verdampfungskessel. Die kalte Soole nimmt im Aufsteigen die Wärme des niederfallenden Salzes auf, wird aber im Erwärmen einen Teil des Salzes wieder auflösen. Die Erwärmung und Verdampfung der Soole wird weniger lebhaft sein als beim *Knoop*schen Kessel, weshalb ein mehr körnig-krystallinisches Salz erzielt werden kann als in diesem.

Ein ähnlicher Verdampfungsapparat wird auf der Saline Schweizer-

Digitized by Google

hall betrieben. Er liefert ein fein krystallinisches Tafelsalz. Die Soole wird zuvor von Gyps gereinigt.

10. Vakuumapparat des Salzbergwerkes Neu-Stafsfurt (*D. R.-P.* Nr. 48873 [1]). In einem Vakuumkessel *a*, Fig. 325, wird Soole unter Kondensirung des Abdampfes verdampft und feinkörniges Salz erzeugt. Der Dampf wird durch die Röhre *c* in den Gegenstromkondensator *b* gesaugt, wo ihm kalte Soole entgegenströmt. Die Soole wird durch das Kondensationswasser erwärmt und etwas verdünnt. Sie fliefst durch die Röhre f_1 in das Soolbassin *f* und wird durch die Pumpe bei *h* mittels der Röhre *g* angesaugt und dem Lösegefäfse *i* zugeführt. Die warme Soole sättigt sich an dem in das Lösegefäfs gestürzten Steinsalz und gelangt durch das Klärgefäfs *k* in die Kühlschiffe *m*, wo eine der Abkühlung entsprechende Menge Grobsalz fallen wird. Dann dient sie wiederum zur Kondensation des Dampfes, indem sie durch die Röhre *d* in den Kondensator gelangt, in dem mittels der Luftpumpe *l* das erforderliche Vakuum erhalten wird.

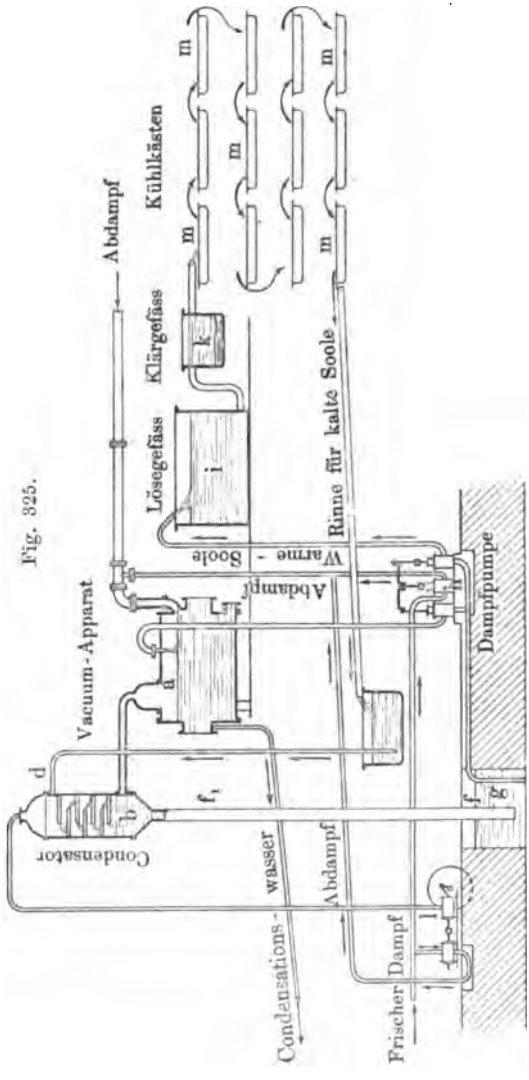


Fig. 325.

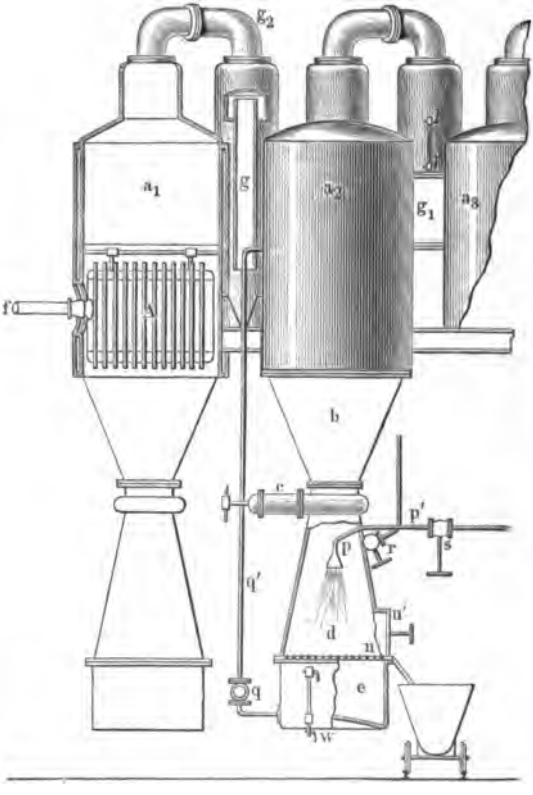
11. Salzerzeugungsverfahren von *Isaak James Well*. Bei dem Verfahren nach *Well* werden Vorrichtungen angewendet, die in der

[1]) *Ö. Z.* 1890, **38**, 5.

Digitized by Google

Zuckerindustrie eingeführt sind. Die Verdampfungskessel, von denen drei neben einander aufgestellt sind, $a_1\, a_2\, a_3$, Fig. 326, bestehen aus einem cylindrischen Teile, in dem sich der Dampfheizapparat befindet, und einem konischen Teile b, der durch den Schieber c abgeschlossen wird. Durch den aus Platten zusammengesetzten Heizkasten führen zahlreiche Röhren, die von der im Kessel befindlichen Soole erfüllt sind. Der Dampfraum des ersten Kessels ist mit dem Heizraume des zweiten, der des zweiten mit dem Heizraume des dritten Kessels verbunden. In den Heizraum des ersten Kessels tritt Kesseldampf oder der Ausblasedampf einer Dampfmaschine. Der Dampfraum des dritten Kessels ist mit einem Kondensator verbunden, in den der Dampf mittels einer Luftpumpe eingesaugt wird. In allen drei Gefäfsen tritt lebhafte Dampfentwickelung ein. Die Wärme des Kesseldampfes wird dreimal ausgenutzt. Die Verdampfung vollzieht sich in den einzelnen Kesseln mit zunehmendem Unterdruck, so dafs die Siedetemperaturen im zweiten und dritten Kessel geringer sind als im ersten und zweiten. Das ausfallende Salz legt sich auf den Schieber, der den trichterförmigen Boden abschliefst. Beim Ziehen des Schiebers c fällt das Salz in einen mit einem Filter n versehenen konischen Unterkessel d. Der Teil unter dem Filter kann mit dem Verdampfungsraume des oberen Kessels durch eine Röhre q' und einen Hahn q verbunden werden. Über dem Filter kann mittels des Hahns r Luft in den Unterkessel eingelassen werden. Beim Öffnen beider Hähne wird die vom Filter ablaufende Soole in den Verdampfungskessel zurückgesaugt, das Salz kann durch eine Seitenthür u' vom Filter weggenommen werden.

Fig. 326.



Um eine kräftige Verdampfung zu erreichen, mufs die Wärme des

Digitized by Google

Heizdampfes immer um mindestens 20° höher sein als die der siedenden Flüssigkeit. Dann werden im dritten Gefäfse sehr geringe Spannungen (0,1 *Atm.*) herrschen müssen, damit die Flüssigkeit schon bei 40° siedet. In den durch den Heizkasten führenden Röhren wird sich Gyps und

Fig. 327.

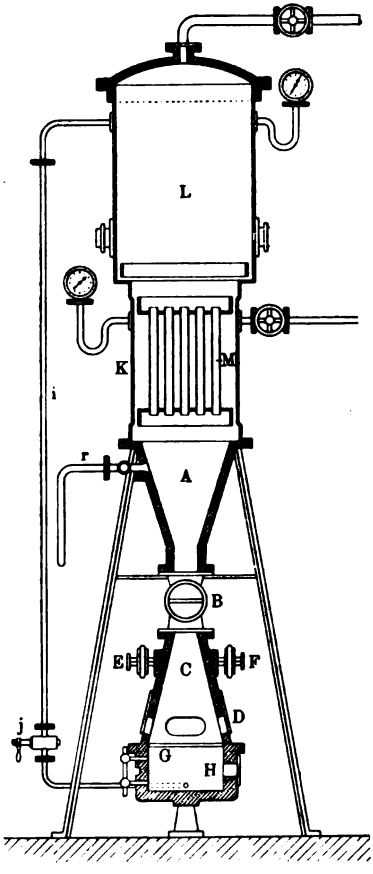


Fig. 328.

Salz ansetzen und die Röhren verstopfen. Die Einrichtung eignet sich jedenfalls nur für geringe Produktionsmengen.

12. Der Vakuumapparat von *L. Pick* ist ähnlich eingerichtet wie der von *Well* (Fig. 327). Von dem in den konischen Teil *C* aus dem Raume *A* des Verdampfungskessels durch den Schieber *B* eingelassenen Salze wird die Mutterlauge durch das Rohr *i* nach dem Vakuumkessel *L* abgesaugt. Das Salz wird an der Seite bei *D* herausgezogen.

Digitized by Google

Der Apparat, mit sonst nicht unzweckmäfsiger Austragevorrichtung, leidet an denselben Mängeln wie der alte *Rittinger*sche Abdampfapparat. Er war in England, wo er anfänglich gerühmt wurde [1]), einige Monate auf einem Werke in Betrieb und ist dann abgeworfen worden.

13. Bei dem Vakuumapparate von *L. Kaufmann* in Aachen (*D. R.-P.* Nr. 75421 vom 14. Okt. 1893) wird das Salz am Boden des Gefäfses herausgeschleudert (Fig. 328, a. v. S.). Ein Flügelrad *R* wirkt der saugenden Kraft des Vakuumraumes in dem Mafse entgegen, dafs aus der Öffnung *A* am unteren Rande Salz herausfällt. Es wird schwierig sein, die Umdrehungsgeschwindigkeit stets gleichmäfsig, dem Vakuum oder dem äufseren atmosphärischen Überdruck entsprechend zu regeln, so dafs der Soolstand im Verdampfer stets über dem Dampferhitzer bleibt. Soll Feinsalz erzeugt werden, so wird das Flügelrad beständig zu bewegen sein, bei Grobsalzbereitung wird es nur zeitweise in Thätigkeit zu treten haben.

Ein Vorteil beim Verdampfen in Vakuumapparaten ist dann gegeben, wenn der Störprozefs für sich bei niedriger Temperatur ausgeführt wird. Bei niedriger Temperatur scheiden sich die Nebensalze zum gröfseren Teil vor dem Kochsalze ab. Die Soole wird also besser gereinigt als beim Stören unter atmosphärischem Druck. Bei niedriger Temperatur, unter Benutzung minder warmen Dampfes zum Heizen, brennen die abgeschiedenen Nebensalze, auch Gyps, nicht fest, sondern fallen als Schlamm nieder. Pfannenstein wird nicht in dem Mafse aufbrennen wie in gewöhnlichen Verdampfungspfannen, wo kein besonderes Störverfahren angewendet wird. Auch bei der Salzgewinnung im Vakuum wird das Ansetzen von Pfannenstein vermieden, wenn Dampf von niedriger Temperatur verwendet wird.

Für die Salzgewinnung im Grofsen haben alle Vakuumapparate bis jetzt keine Bedeutung erlangt.

E. Besondere Methoden der Salzgewinnung.

Von den üblichen Verfahrungsarten der Salzgewinnung aus Soole, durch Abdampfung unter Verwendung von Feuerung oder Dampf als Wärmequelle, weichen die folgenden Vorschläge ab, wobei eine Ersparung von Brennstoff oder auch eine schnellere Salzgewinnung beabsichtigt wird.

Dem gewöhnlichen Abdampfverfahren schliefst sich der Vorschlag von *Buttenstedt* an, der als Wärmequelle die Sonnenstrahlen verwenden will, die in grofsen, nach der Sonne beweglichen Hohlspiegeln gesammelt und auf die Seitenwand und die Oberfläche einer prismatischen Pfanne geworfen werden sollen (*D. R.-P.* Nr. 23413 vom 13. November 1882). Der Vorschlag erinnert an die Sonnensalzgewin-

[1]) *Iron journ.* 1890, p. 488.

Digitized by Google

nung in Nordamerika, die dort mit einfacheren Vorrichtungen in flachen Verdunstungsbassins betrieben wird. Die Einrichtung und Unterhaltung der erforderlichen zahlreichen grofsen Hohlspiegel ist zu kostspielig.

Nach Berechnungen von *Güntner*[1]) werden auf 1 Quadratfufs Reflektorfläche nur 1,3 *Kal.* in der Minute nutzbar gemacht werden können. Im tropischen Klima betrüge die in 12 Stunden gewonnene Wärmemenge auf 1000 Quadratruten 20606400 *Kal.* oder auf 1 *qm* 5729 *Kal.* Da 1766 *Kal.* nötig sind, um 1 *kg* Salz aus gesättigter Soole zu gewinnen, so sind für jedes Kilogramm täglich erzeugten Salzes $\frac{1766}{5729}$ oder 0,3 *qm* Reflektorfläche nötig, also für eine Pfanne, aus der täglich 10000 *kg* Salz gewonnen werden sollen, Spiegel mit 3000 *qm* Fläche. Mit dem patentirten Apparate von 6 *m* Breite und 12 *m* Höhe, also 72 *qm* Fläche, werden an den günstigsten 12stündigen Sonnentagen nicht mehr als 240 *kg* Salz erzeugt werden können. Für eine Produktion von 10000 *kg* sind danach mindestens 40 Apparate erforderlich. Diese werden aber im Jahre höchstens an 100 Tagen in Betrieb stehen. Um deshalb die Jahresleistung einer Pfanne zu erreichen, die 330 Tage lang betrieben werden kann, wird man 132 Apparate anwenden müssen.

Ein Reflektorapparat kostet mit der Aufstellung etwa 2000 *Mk.* Davon 15 *Pzt.* Verzinsung und Amortisation und Unterhaltung sind 300 *Mk.*, bei 132 Reflektoren 39600 *Mk.* auf eine Produktion von 3300000 *kg*, oder auf 100 *kg* Salz 1 *Mk.* 20 *Pf.* Das Erfordernis einer gröfseren Grundfläche als bei Siedepfannen gewöhnlicher Art ist dabei nicht berücksichtigt. Die Ausführung scheitert indessen schon daran, dafs solch grofse Reflektorengerüste dem Sturmwinde nicht stand halten werden, jedenfalls einer sorgfältigen Verankerung bedürfen, wodurch die Anlagekosten erhöht und die Beweglichkeit erschwert würde. Für mittlere Breiten wird die herrschende Witterung und die geringe Kraft der Sonnenstrahlen die Anlage verbieten, in tropischen Gegenden bietet der billige Grund und Boden in der Regel günstige Gelegenheit, nach Art der Meersalinen durch Herstellung grofser Verdunstungsflächen in flachen Bodenbassins gröfsere Mengen Sonnenwärme nutzbar zu machen, so dafs derartige Wärmesammler überflüssig sind.

Dr. Bernh. Kosmann in Charlottenburg ist folgendes Verfahren zur schnellen Abscheidung von Kochsalz aus Soole patentirt worden[2]).

Durch Zusatz von kohlensaurem Baryum wird Gyps aus der Soole entfernt, andere Sulfate werden in Chloride umgewandelt. Das Kochsalz wird darauf durch Zusatz von hochgrädigem Alkohol ausgefällt und in feinster Krystallisation gewonnen. Der zur Ausfällung des Kochsalzes verwendete Alkohol wird durch Destillation wieder-

[1]) *Pr. Z.* 1896, 44, 336 (*C. v. Balzberg*).
[2]) *Gf.* 1896, Nr. 15.

Digitized by Google

gewonnen und von neuem in den Kreislauf des Verfahrens eingeführt. Die teilweise ihres Chlornatriumgehaltes beraubte Soole wird entweder bis zur Sättigung eingedampft oder durch Auflösung von Steinsalz angereichert.

Kohlensaures Baryum wird in einer dem Gehalte an schwefelsauren Salzen äquivalenten Menge zugesetzt und die Soole mäfsig erwärmt, was mittels Dampfschlangen geschieht, die am Boden des Gefäfses angebracht sind. Es bilden sich schwefelsaures Baryum und kohlensaures Calcium als unlösliche Niederschläge. Durch Erwärmen wird die Umsetzung beschleunigt. Kohlensaures Magnesium setzt sich mit Chlorcalcium zu Chlormagnesium und kohlensaurem Calcium um. Aus schwefelsauren Alkalien entstehen durch Umsetzung mit kohlensaurem Baryum zunächst kohlensaure Alkalien, die sich mit Chlorcalcium zu Chloralkalien und kohlensaurem Calcium umsetzen.

Die Soole wird nach dem Erkalten in cylindrische Gefäfse, die nach unten konisch zulaufen und einen Ventilverschlufs haben, abgezogen und in gleichem Volumen mit hochgrädigem Alkohol versetzt. Kochsalz fällt sogleich aus, da diesem durch den Alkohol das Lösungswasser entzogen wird, ohne dafs die Mutterlaugensalze mitfallen, denn diese enthalten nur noch Chloridverbindungen, die in Alkohol löslich sind und deshalb nicht gefällt werden. Speisesalz von feinkörnigster, lockerer Beschaffenheit setzt sich zu Boden. Die darüberstehende Lauge wird abgelassen, das Salz nach Öffnen des Ventils in untergehängten Säcken aufgefangen, aus denen die Lauge abtropft.

Das ausgeschüttete Salz wird mit verdünntem Alkohol gedeckt und in Centrifugen ausgeschleudert, ausgedämpft und ist dann trocken. Es wird zwischen Porzellanwalzen zerdrückt und ist dann fertige Handelswaare.

Die alkoholhaltigen Laugen werden in der Destillirblase mittels Dampfschlangen erwärmt und der Alkohol in Vorlagen überdestillirt. Er siedet bei 78°, so dafs dafür nur wenig Wärme verbraucht wird. Das Volumen der Rückstandslauge vermindert sich dabei bedeutend. Der Alkohol wird wieder von neuem verwendet.

Die Lauge ist noch kochsalzhaltig, da der Alkohol infolge der Verdünnung bei der Aufnahme des Lösungswassers nicht alles Chlornatrium fällt. Die Soole wird durch Steinsalz gesättigt oder bis zur Sättigung eingedampft, was mittels Dampfschlangen in Pfannen geschieht. Nach ihrer Anreicherung und Abkühlung wird die Soole wieder mit Alkohol behandelt.

Das Verfahren soll als Erfolg Ersparnis an Brennstoff, Schonung der Apparate, Verminderung der Arbeitskräfte und beschleunigte Darstellung grofser Mengen von Kochsalz aufweisen.

Abgesehen davon, dafs der Apparat umständlicher ist als gewöhnliche Dampfsiedepfannen und deshalb die Unterhaltung nicht billiger sein wird als bei diesen, kann auch eine Ersparnis an Brennstoff nicht

Digitized by Google

erwartet werden, wenn alles Lösungswasser schliefslich doch abgedampft werden mufs. Bei der Anreicherung mit Steinsalz oder bei fortgesetzter Eindampfung wird sich die Soole mit Nebensalzen, Chloriden, sättigen, so dafs der Prozefs mit frischer Soole begonnen werden mufs. Dazu kommt der Wärmeverbrauch für das Abdestilliren des Alkohols.

Der Verbrauch an kohlensaurem Baryum, besonders wenn nicht sehr reines Steinsalz zur Anreicherung der Soole verwendet und immer wieder neue Mengen Gyps in die Soole eingeführt werden, wird nicht gering sein, vor allem fällt aber der Verbrauch des kostspieligen Alkohols ins Gewicht, der nicht ohne gröfsere Verluste immer wieder verwendet werden kann. Dadurch wird die Ersparnis an Arbeitskräften aufgewogen. Die Soole wird nach dem Zusatze des Fällungsmittels längere Zeit klären müssen, damit sich nichts von den ausgefällten kohlensauren Salzen und dem schwefelsauren Baryum dem Salze beimischt, so dafs der noch verbleibende Vorteil der schnellen Salzfällung hierdurch aufgehoben wird. Im übrigen wird chemisch reines Salz als Speisesalz nicht gewünscht, vielmehr ist ein mäfsiger Gehalt an Mutterlaugensalzen für Geschmack, Ernährung und Konservirung nützlich. Für die Erzeugung chemisch reinen Kochsalzes mag das Verfahren anwendbar sein.

Eine schnelle Salzgewinnung ohne Rücksicht auf besondere Körnung erreicht man bei dem folgenden Verfahren.

Rotirender Ofen von *Emilio Gorgo*, Ingenieur in Rom (österr. Patent vom 5. Sept. 1898 [1]). Die Verdampfung, Salzausscheidung und Salztrocknung vollzieht sich auf einem geheizten Cylinder, auf den die vorgewärmte Soole in feiner Verteilung aufgetragen wird.

Die voll- oder mindergrädige Soole wird zunächst in einem offenen Kessel mittels Abdampf, der bei dem Verfahren gewonnen wird, bis auf 35°, sodann in einem geschlossenen Kessel von den Abgasen der Feuerung bis auf 95° vorgewärmt. In dem ersteren Kessel liegen drei Bleiröhren als Heizröhren, durch die der Abdampf geleitet wird. Eine Aluminiumröhre verbindet den ersten Vorwärmkessel mit dem zweiten, und aus dem zweiten Kessel wird die Soole durch eine Aluminiumröhre über den horizontalen sich drehenden Verdampfungscylinder in eine Verteilungsrinne geführt. Zur gleichmäfsigen Verteilung der Soole taucht ein über zwei starke Glasstäbe gespanntes Asbesttuch auf der ganzen Länge der Rinne in die Soole und berührt andererseits den Verdampfungscylinder. Ein dritter Glasstab führt das Asbesttuch über den Rand der Verteilungsrinne. Bei der Drehung der Glasstäbe und Bewegung des Asbesttuches wird die Soole in einem feinen Schleier auf den Cylinder aufgetragen und um so mehr Soole auf den Cylinder gebracht, je stärker die Rinne mit Soole gefüllt gehalten wird. Der Zufluſs der Soole in die Rinne wird entsprechend geregelt.

[1]) *Ö. Z.* 1899, 47, 416.

Digitized by Google

Der Verdampfungscylinder, auf dessen äufsere Mantelfläche die Soole aufgetragen wird, besteht aus glasirten Thonplatten, die auf einem Eisengerüst befestigt sind. Das Eisengerüst besteht aus drei massiven Gufseisenringen, die durch Winkeleisen verbunden sind. An den Winkeleisen sind wieder Reifen angebracht und an diese kleine Winkelkopfeisen, die an den Stellen, wo die Thonplatten zusammenstofsen, in schwalbenschwanzartige Vertiefungen eingreifen und auf diese Weise die Mantelteile halten. Im Innern des rotirenden Cylinders liegt ein fester, aus Eisenblech und I-Eisen zusammengesetzter Ofen, der zwei sich über die ganze Länge des Ofens erstreckende Planroste hat. Der Cylinder wird über dem Ofen durch sechs an den Gufseisenringen schleifende Rollen getragen, von denen je drei auf einer Achse liegen, und zwar je eine fest und je zwei lose. Bei der Drehung der Achsen bringen die beiden festen Rollen den Cylinder in Umdrehung, während die vier losen Rollen zur Führung gleiten. Die Achsen werden durch ein Vorgelege in gleichmäfsige Umdrehung versetzt.

Der Verdampfungscylinder erwärmt sich auf 140 bis 160°, das Wasser der Soole verdampft, und das Salz setzt sich in einer dünnen Schale ab, die auf dem Cylinder trocknet und mittels Schaber, die durch Federn an die Cylinderwandung gedrückt werden, davon abgekratzt wird. Eine unter dem Cylinder liegende Rinne, in der sich eine aus Aluminium gefertigte Schnecke bewegt, nimmt das abfallende Salz auf und führt es einem Becherwerk zu, mit dem es in das Magazin gehoben wird. Eine sich mit grofser Geschwindigkeit drehende Bürste nimmt noch das Salz von dem Cylinder weg, das von den Schabern etwa zurückgelassen worden ist.

Der Verdampfungscylinder mit der Zuführungsrinne für Soole und der Sammelrinne für das Salz ist in einem hölzernen Kasten eingeschlossen, der in einer Lutte endigt, die das Gemenge von Dampf und Luft der ersten Vorwärmpfanne zuführt.

Bei diesem Verfahren ist die Wärmeausnutzung sehr vollständig, da die Verluste im Herdmauerwerk wegfallen. Jedoch ist nicht ausgeschlossen, dafs, wenn die Soolspeisung nicht genau nach der von den Feuerungen entwickelten Wärmemenge geregelt wird, der Cylinder stärker erhitzt wird, als für die Wasserverdampfung erforderlich ist. Ohne vorherige Reinigung der Soole werden sämmtliche Nebensalze mit in das Kochsalz übergehen. Um als Speisesalz dienen zu können, wird das Produkt sicherlich noch vermahlen werden müssen, so dafs man kein locker krystallinisches Korn, sondern ein mehlartiges Pulver gewinnen wird, das für den Verbrauch selten gewünscht wird, sich vielleicht aber zur Herstellung von Salzbriketten eignet und auch zu gewerblichen Zwecken zu gebrauchen sein mag.

Bei der grofsen Billigkeit des Rohmaterials für die Salzsiederei, der gesättigten Soole, und meist reichlichem Überflusse daran ist die

Digitized by Google

Verwendung der einfachsten Vorrichtung, auch wenn sie, wie die flachen Siedepfannen, zu gröfseren Soolverlusten Gelegenheit giebt, allen sonst wirtschaftlich gut, aber komplicirt eingerichteten Verfahrungsweisen vorzuziehen. Wo man jedoch mit kleiner Produktion und kostspieliger Soolbeschaffung zu thun hat, können auch umständlichere Verfahrungsweisen zur Salzgewinnung Platz greifen, wenn sie auf das vorteilhafteste die verfügbare Soole ausnutzen und Soolverluste vermeiden. Besonders wo man aus dem Auslande bezogenes und vor der Umsiedung der Steuer unterworfenes Steinsalz zur Soolbereitung verwendet, wodurch die der Siedung unterworfene Rohsoole einen hohen Wert bekommt, z. B. in Holland, wo 100 *kg* Steinsalz etwa 1 *Mk.* 10 *Pf.* bis 1 *Mk.* 20 *Pf.* kosten, die durch den Zoll von 6 *fl.* = 10 *Mk.* 20 *Pf.* einen Wert von 11 *Mk.* 30 *Pf.* bis 11 *Mk.* 40 *Pf.* haben, so dafs die für 100 *kg* Siedesalz erforderliche Soole bereits etwa 12 *Mk.* kostet, wird man solchen Verfahrungsarten und Apparaten den Vorzug geben, die möglichst jeglichen Soolverlust vermeiden lassen.

Die Erfahrungen beim Salinenbetriebe gaben *C. v. Balzberg*[1]) Anlafs, die Verwendung des Dampfes als Wärmeträger in umfangreicherem Mafse als bisher für eine möglichst vorteilhafte Wärmeausnutzung als erstrebenswert zu bezeichnen. *Balzberg* geht dabei von der Voraussetzung aus, dafs die Benutzung von Kesseldampf als Träger der Wärme zum Erhitzen und Abdampfen der Soole besser ist als jede direkte Feuerung, was durch Aussprüche anderer Fachleute, wie *Rittinger*, *Warth*, *Simmersbach* u. a. bestätigt wird. Dadurch wird es möglich, zunächst die dynamische Kraft des Wasserdampfes für die erforderlichen Betriebsmaschinen zur Soolhebung, zur Dampfabsaugung, zum Salztrocknen in Centrifugen u. a., dann die Wärmekraft des Dampfes auszunutzen. Ein höher gespannter Dampf enthält nur wenig Wärmemenge mehr als Abdampf von 1 bis 2 *Atm.* Überdruck; Vorrichtungen zum Salzaustragen, Salzmühlen, Trommeltrockenapparate, Salzpressen zu Formsalz, mechanische Fördereinrichtungen und Maschinen für elektrische Beleuchtung können betrieben werden. Auch zum Betriebe anderer Maschinen und Fabrikanlagen würde Dampf verfügbar bleiben. Dazu werden interessante Berechnungen gegeben und Vorschläge zu einer Salinenanlage gemacht.

Nach Versuchen in Ebensee und Bex müssen, um 1 *kg* Salz aus gesättigter (26,6 *pct.*) Soole zu gewinnen, 2,82 *kg* Wasser im Dampferzeugungskessel verdampft werden (bei direkter Befeuerung der Soole müssen 2,76 *kg* Wasser verdampft werden). Für eine Saline, die täglich 1000 *Ctr.* (50000 *kg*) Salz erzeugen soll, müssen im Kessel 50000 × 2,82 oder 141000 *kg* Wasser jeden Tag, oder 5875 *kg* jede Stunde verdampft werden. Für gröfsere Hochdruckmaschinen mit Expansion und ohne Kondensation rechnet man auf die Pferdekraft

[1]) *C. v. Balzberg*, Salinentechnische Preisschrift.

Digitized by Google

und eine Stunde 16 *kg* Dampf, so dafs mit vorstehender Dampfmenge 368 Pferdekräfte erzeugt und zur Verfügung gestellt werden könnten. 68 Pferdekräfte genügen für den eigenen Salinenbetrieb und 300 Pferdekräfte blieben für andere Zwecke übrig. Es empfiehlt sich deshalb, wo es angängig ist, den Salinenbetrieb als Nebenbetrieb anderer Fabrikanlagen, in denen viel mechanische Kraft benutzt und Dampf als Wärmeträger zur Verfügung gestellt werden kann, einzurichten. (Ein Beispiel hierfür liefern die Salinen in Nordamerika.)

Soll sämmtlicher Dampf zum Maschinenbetriebe ausgenutzt werden, so empfiehlt es sich, ihn mit 8 *Atm.* Spannung den Kesseln zu entnehmen und mit 2 *Atm.* Spannung zur Wärmeausnutzung entweichen zu lassen. Wird nur ein Teil des Dampfes zum Maschinenbetriebe benutzt, so kann die hohe Spannung auf diesen Teil beschränkt bleiben und es wird der übrige Teil mit 2 *Atm.* Spannung benutzt.

Bei unreinen Soolen wendet man dann zweckmäfsig zunächst kleinere Störpfannen mit Dampfröhrensystem (Rohrpfannen) an, ferner

a) zur Feinsalzbereitung damit in Verbindung entweder unmittelbar befeuerte Feinsalzpfannen mit Austragevorrichtung oder kleine *Piccard*-Apparate ohne Kompressor, deren Erhitzungskessel unmittelbar mit Kesseldampf gespeist werden;

b) zur Mittelsalz- und Grobsalzerzeugung Cirkulationspfannen mit Dampfrohrheizapparat für die sich immer wiederholende Erwärmung der cirkulirenden Soole;

c) für grobes und gröbstes Salz ungeheizte Reservoire aus Holz oder Beton mit Kachel- oder Fliesenbelag, in denen die entweder in besonderen Dampferhitzungsapparaten oder durch den Dampf der Feinsalzpfannen erwärmte Soole langsam cirkulirt und sich durch steter Wiederholung in dem Erhitzungskessel oder Vorwärmer anwärmt;

d) minderwertiges Salz kann in dem *Köppen*schen Salzerzeugungsapparate durch unmittelbare Berührung der Soole mit den Heizgasen der Feuerung billig erzeugt werden.

Zum Vorwärmen der Soole für die unter a) und b) bezeichneten Pfannen wird das Kondensationswasser, das sich in den einzelnen Pfannenröhrensystemen bildet, benutzt (*Piccard*scher Röhrenvorwärmer).

Rechnet man auf 1 *kg* Feinsalz 3 *kg* Kesseldampf mit 2 *Atm.* Spannung, so sind dazu 643,3 × 3 oder 1930 *W.-E.* nötig.

Grobsalz fällt bei 56° *C.* durch einfache Abkühlung der Soole. Man braucht also dazu die Soole nur bis auf 56° zu erwärmen und beim Umlauf in dieser Wärme zu erhalten, so dafs dazu die Sooldämpfe der Feinsalzpfannen benutzt werden können, die einen gewöhnlichen Vorwärmer heizen. Die kondensirten Wasser der Sooldämpfe werden dann noch als vorgewärmtes Kesselspeisewasser Verwendung finden können. Durch solche Speisewasser würde auch die betriebstörende Bildung von Kesselstein unmöglich gemacht sein.

Digitized by Google

Ein Vorwärmer im Franz-Karl-Werke zu Ischl, der in dem Dunstfange der Salzpfannen liegt (s. S. 823), erwärmt bei einer Dampfabzugswärme von 45° die Soole für ein Tagesausbringen von 18000 *kg* auf 38°. Um auf 56° zu erwärmen, müfste die Abzugstemperatur des Dampfes 63° sein, was durch bessere Abdichtung des Pfannenmantels erzielt werden kann. Es würden $(1 + 2{,}76) \times 18000 = 67680$ *kg* Soole erwärmt. Der Vorwärmer würde 3 mal so grofs gemacht werden und dann $3 \times 67680 = 203040$ *kg* Soole von 20° auf 56° erwärmen können. Diese Soolmenge hat dann eine Wärmemenge von $203040 \times 0{,}8771\,(56 - 20) = 6411109{,}8$ *W.-E.* täglich aufgenommen (wobei 0,8771 die spezifische Wärme der Soole bedeutet), und damit können, da zu 1 *kg* Grobsalz 1766 *W.-E.* erforderlich sind, durch Abdunstung in der Cirkulationspfanne täglich $\frac{6411109{,}8}{1766} = 3630$ *kg* Grobsalz erzeugt werden.

Es kann nun angenommen werden, dafs

1. von feinstem Salz täglich 100 *kg* auf 1 *qm* Pfannenfläche bei 103° *C.*,
2. „ mittelfeinem „ „ 75 „ „ 1 „ „ „ 90° „
3. „ grobem „ „ 50 „ „ 1 „ „ „ 60° „
4. „ gröbstem „ „ 25 „ „ 1 „ „ „ 45° „

fallen.

Für 25 *kg* Salz täglichen Ausbringens ist eine Dampfheizfläche von 1 *qm* nötig, und es mufs deshalb das Verhältnis der Salzpfannenfläche zur Soolheizfläche

für Feinsalz wie 1 zu 4,
„ Mittelsalz „ 1,33 zu 4,
„ Grobsalz „ 2 zu 4,
„ gröbstes Salz „ 4 zu 4

betragen, wenn je 100 *kg* Salz gewonnen werden sollen.

Als Austragevorrichtung würden die mit möglichst wenigen beweglichen Teilen, Gelenken u. dergl. versehenen Einrichtungen zu wählen sein, jedoch nur für solche Pfannen, wo der Dampf möglichst konzentrirt bleiben und ein sehr feines Salz gewonnen werden soll.

Für Dampfpfannen wird die *Vogl*sche, für Feuerpfannen die *Aimé-Comond*sche, für offene Cirkulirpfannen die *August Behne*sche Austragevorrichtung als geeignet bezeichnet. Bei Dampfsalzsiedung im geschlossenen Raume wird die *Piccard*sche Austragevorrichtung für zweckmäfsig gehalten.

Zum Salztrocknen wird die Centrifuge als zweckmäfsigste Einrichtung empfohlen, besonders bei der Dampfsiedung, wo ausreichende Kraft zur Verfügung steht. Sie kann mit Dampfdeckung oder mit Zuführung warmer Luft, mit oder ohne selbstthätige Austragevorrichtung angewendet werden. Für Grobsalz ist jedoch die Hordentrocknung sehr geeignet, da das Salz dabei am meisten geschont und eine Zerdrückung der Krystalltrichter und Abstumpfung der Krystallkanten vermieden wird. Da Holzhorde sehr abgenutzt

Digitized by Google

werden und das Salz durch abspringende Splitter verunreinigt wird, empfiehlt *v. Balzberg*, dazu Glasplatten (Kelheimer Platten), die in Holz-

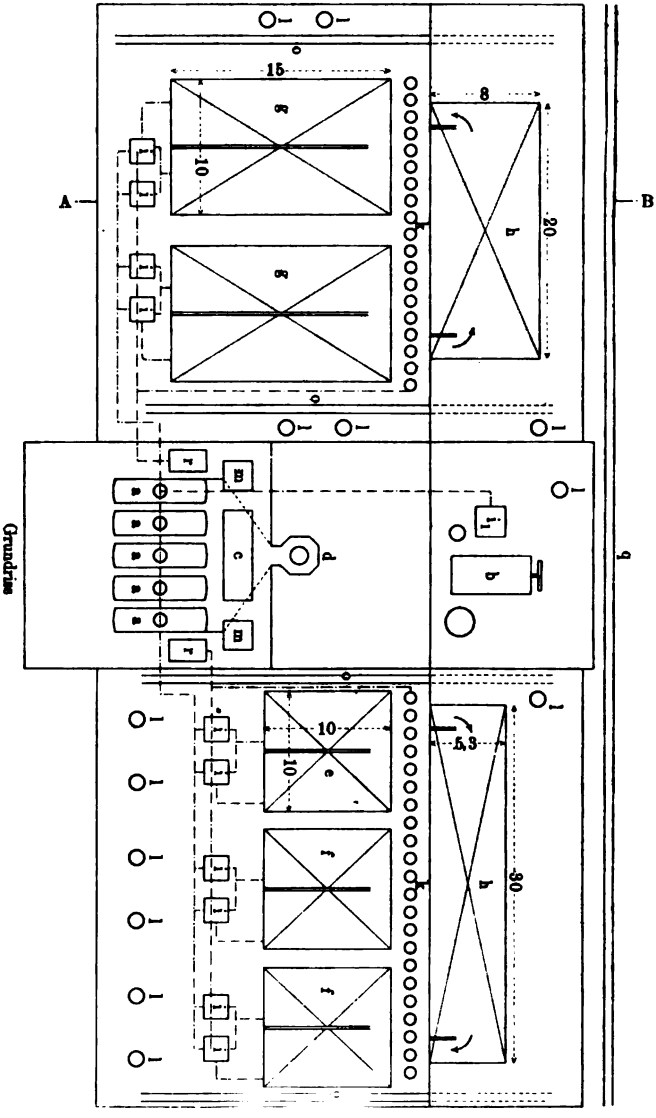


Fig. 320.

rahmen gefafst sind, auch Gufseisenplatten, die mit Leinöl überzogen sind, zu verwenden. Die Trocknung geschieht hierbei durch warme Luft. Bei Formsalz, das gröfserer Hitze bedarf, sind möglichst reine

Digitized by Google

Abzugsgase, besonders von Gasfeuerungen, oder erhitzte Luft zweckmäfsig anwendbar.

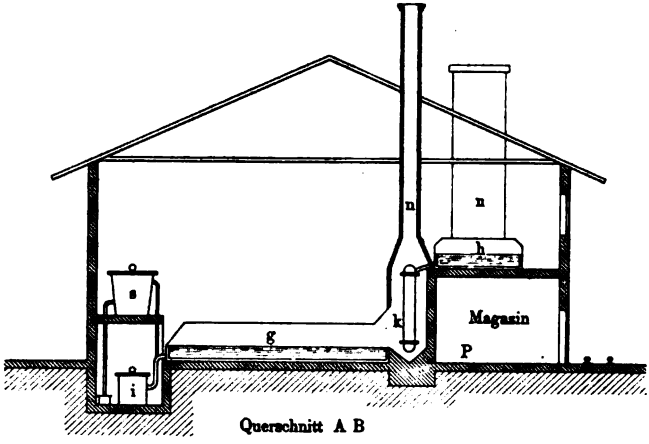
Für eine tägliche Salzerzeugung von

5000 *kg*	feinstem Tafelsalz,
10000 „	Feinsalz,
15000 „	Mittelfeinsalz,
15000 „	grobem Salz,
8000 „	gröbstem Salz,
4000 „	minderwertigem Industriesalz,
zusammen 57000 *kg*	Salz

verschiedener Körnung schlägt *v. Balzberg* folgende Anlage vor (Fig. 329 u. 330).

Für die Herstellung des feinsten Salzes wird ein *Piccard*-Apparat *b* oder eine Patent-Buttersalz-Pfanne (Rundpfanne) verwendet unter

Fig. 330.



Querschnitt A B

Benutzung von Kesseldampf zum Erhitzen der Soole in *i*. Für die Erzeugung von Fein-, Mittelfein- und Grobsalz werden Cirkulationspfannen *e*, *f*, *g* benutzt, für die die Soole unter Verwendung von Kesseldampf in besonderen Erhitzungsapparaten *i* auf die genügende Temperatur gebracht wird.

Die Soolerhitzungsapparate *i* können als Röhrenapparate mit innerer Dampfeinleitung oder als Plattenapparate eingerichtet sein. Das Dampfkondensationswasser wird in die Dampfkessel zurückgeführt. Zur Bereitung des gröbsten Salzes dienen Cirkulationspfannen *h* mit Röhrenapparaten *k* zur Erwärmung der Soole, wozu die Sooldämpfe der übrigen Pfannen *e*, *f*, *g* verwendet werden. In ähnlichen Apparaten *s* wird Soole mittels der Kondensationswasser vorgewärmt. Die Abhitze der Dampfkesselfeuerungen wird in einem *Köppen*schen Apparat *c* zur Erzeugung von Industriesalz benutzt.

Digitized by Google

Zur Erzeugung des Dampfes werden fünf Kessel *a* mit je 2,9 *qm* Rostfläche, zusammen 14,50 *qm* verwendet, oder besser 3,5 *qm* Rostfläche, um immer einen Kessel zur Reserve kalt liegen lassen zu können, und je 44 *qm* Heizfläche. *d* ist die Esse.

e ist eine 10 *m* lange und 10 *m* breite Feinsalzpfanne, *f* sind zwei ebenso lange und breite Mittelsalzpfannen, *g* sind zwei Grobsalzpfannen von 10 *m* Breite und 15 *m* Länge, *m m* sind zwei Dampfmaschinen zum Betriebe der Centrifugen *l*, der Salzmühlen, der Austragevorrichtung des *Piccard*-Apparates oder der Rundpfanne, *n n* sind Dunstfänge, *o o* sind Hängebahnen für die Beförderung des geschleuderten trockenen Salzes in die Magazine *p*, *q* ist der Bahnstrang für die Salzabfuhr, *r r* sind Speisewasserreservoire.

Für 10000 *kg* Feinsalz ist eine Pfannenfläche von 100 *qm* und eine Heizfläche von 400 *qm* erforderlich. Da ein Plattenpaar des *Piccard*schen Soolerhitzungsapparates 8 *qm* Heizfläche hat, so sind 50 Plattenpaare und dazu zwei Apparate mit je 25 Plattenpaaren nötig. Will man dabei in der Pfanne statt Feinsalz Grobsalz erzeugen, so wird ein Plattenapparat ausgeschaltet.

Für 15000 *kg* Mittelsalz sind 200 *qm* Pfannenfläche und 600 *qm* Heizfläche erforderlich. Dazu werden zwei Cirkulirpfannen von je 10 *m* Länge und Breite und vier *Piccard*sche Erhitzungsapparate mit 800 *qm* Heizfläche verwendet, so dafs immer ein Apparat zur Reinigung kalt liegen kann. Will man in den Pfannen Grobsalz erzeugen, so genügt für jede Pfanne ein Erhitzungsapparat, während zwei kalt liegen.

Für 15000 *kg* Grobsalz sind 300 *qm* Pfannenfläche und 600 *qm* Heizfläche nötig. Dazu werden zwei Pfannen von je 10 *m* Breite und 15 *m* Länge eingerichtet und vier Erhitzungsapparate, so dafs auch hier immer ein Apparat ausgeschaltet werden kann.

Das Grobsalz stärkster Körnung soll durch Erwärmung der Soole mittels der Sooldämpfe der anderen Pfannen erzeugt werden. Die Pfannen *g* werden deshalb sämtlich parallel gestellt und ihre Dämpfe in gemeinschaftliche Dampfschlote geführt. In diese Schlote *n* werden die Soolvorwärmer *k* gestellt. Die Grobsalzpfannen *h* kommen dann eine Etage höher zu liegen und werden mit den Längsseiten an die Dunstschlote gestellt. Die kalte Soole durchfliefst die Vorwärmer und tritt nach genügender Erwärmung an einer Schmalseite der Pfanne ein, fliefst langsam durch die Pfanne, kühlt sich etwas ab, wobei Salz ausfällt, und tritt am entgegengesetzten Ende wieder in den Vorwärmer. Werden die Vorwärmer durch verschieden warme Abzugssooldämpfe ungleich erwärmt, so wird man die Soole aus dem am meisten erwärmten Vorwärmer in die Grobsalzpfanne abfliefsen und dem weniger stark erwärmten Vorwärmer wieder zufliefsen lassen. Das Kondensationswasser der Sooldämpfe wird mit dem Kondensationswasser der Soolerhitzungsapparate den Dampfkesseln als Speisewasser zugeführt.

Digitized by Google

Für 8000 *kg* gröbstes Salz sind 320 *qm* Pfannenfläche erforderlich, die von zwei Pfannen, von denen die eine 20 *m* lang und 8 *m* breit, die andere 30 *m* lang und 5,3 *m* breit ist, geliefert werden.

Da Sooldampf von 40000 *kg* erzeugtem Salz vorhanden ist und nach Erfahrungen 21,5 *Pzt.* dieser Menge durch Sooldampfheizung als gröbstes Salz gewonnen werden kann, so werden $\frac{40000}{100} \times 21{,}5$ = 8600 *kg* von diesem Salze erzeugt werden können.

Der *Köppen*sche Apparat *c* zur Erzeugung von 4000 *kg* minderwertigem Industriesalze wird zwischen Fuchs und Esse aufgestellt und von den Abzugsgasen der Dampfkesselfeuerungen erhitzt. Die Feuergase gehen mit 180° aus den Kesselzügen und werden bis zum Eintritte in die Esse auf die zulässige Temperatur von 90° abgekühlt.

1 *kg* Traunthaler Kohle (zu 3200 *W.-E.*) liefert etwa 10 *kg* Verbrennungsgase mit 0,2377 spezifischer Wärme. Durch Abkühlung der Gase von 180 auf 90° werden also 0,2377 × 10 × 90 = 214 *W.-E.* den Gasen entnommen, womit, da zu 1 *kg* Salz 1766 *W.-E.* nötig sind, $\frac{214}{1766}$ = 0,12 *kg* Salz bei Verbrennung von 1 *kg* Kohle gewonnen werden kann, oder da unter den fünf oder vier Dampfkesseln, wie unten berechnet ist, 34843,5 *kg* Kohle verbrannt werden, so können 34843,5 × 0,12 = 4181 *kg* minderwertiges Industriesalz erzeugt werden.

Bei einem Kohlenverbrauche von 34843,5 *kg* würden 57780 *kg* Salz verschiedener Körnung täglich erzeugt werden können, oder auf 100 *kg* Kohle 166 *kg* Salz [1]).

Zur Salztrocknung sind 12 Centrifugen *l* zu je 50 *kg* Füllung nötig, da jede Centrifuge etwa 4800 bis 5000 *kg* Salz zu entwässern vermag.

Die Berechnung des erforderlichen Heizdampfes ergiebt sich aus den Versuchen mit den *Piccard*schen Apparaten in Ebensee, wo bei 316 Stunden ununterbrochenem Betriebe 67322 *kg* Salz erzeugt, demnach (da auf 1 *kg* Salz 2,76 *kg* Wasser aus gesättigter Soole zu verdampfen sind) 67322 × 2,76 = 185808,72 *kg* Wasser verdampft wurden, das sind in der Stunde 588 *kg*. Die Soole trat auf 100° erwärmt in den Apparat, so dafs zur Verdampfung von 1 *kg* Wasser 642 — 100 = 542 *W.-E.* erforderlich waren und für 588 *kg* 318696 *W.-E.* Die Heizfläche betrug 200 *qm*, so dafs auf 1 *qm* in

[1]) Dieser Berechnung gegenüber sei bemerkt, dafs in Siedepfannen mit einfacher Treppenrostfeuerung und Verwendung sächsischer erdiger Braunkohle auf 100 *kg* Kohle 71,5 *kg* Salz bei unvorgewärmter 23,8 *pzt.* Siedesoole erzeugt werden. Da hierbei 3,21 *kg* Wasser auf 1 *kg* Salz zu verdampfen waren, so würden bei 26,6 *pzt.* Soole 83 *kg* Salz erzeugt worden sein, also nur die Hälfte von obigem, wobei der geringwertigere Brennstoff noch in Rechnung zu stellen ist.

Digitized by Google

der Stunde $\frac{318\,696}{200} = 1593{,}48$ *W.-E.* abgegeben wurden. Um 1 *kg* Salz aus einer auf 100° vorgewärmten 26,6 *pct.* Soole zu gewinnen, sind $1766 - 0{,}8384 \times 100 = 1682{,}2$ *W.-E.* nötig, es fallen also auf das Quadratmeter in einer Stunde $\frac{1593{,}48}{1682{,}2} = 0{,}947$ *kg* Salz.

Um 100 *kg* Salz in der Stunde zu erzeugen, ist eine Heizfläche von $\frac{176\,600}{1593} = 140$ *qm* erforderlich.

Da die für 100 *kg* Salz erforderlichen 176600 *W.-E.* stündlich durch die Soole in die Cirkulirpfannen getragen werden müssen, so kommt es darauf an, zu bestimmen, wie viel Soole s dazu nötig ist.

Ist t der Wärmegrad der Soole vor und t_1 der Wärmegrad nach der Erhitzung (t_1 also beim Eintritt in die Cirkulirpfanne, t beim Austritt aus dieser Pfanne) und 0,8384 die spezifische Wärme der Soole, so muſs $0{,}8384\ (t_1 - t)\ s = 176\,600$ sein, also $s = \frac{176\,600}{0{,}8384\ (t_1 - t)}$ in Kilogramm und $s_1 = 1{,}2 \times s = \frac{175\,500}{t_1 - t}$ in Liter und $S\ \frac{175{,}5}{t_1 - t}$ in Kubikmeter.

Diese Soolmenge muſs stündlich aus dem Erhitzungskessel infolge ihrer Ausdehnung bei der Erwärmung austreten. Die mittlere Temperatur der Soole im Erhitzungskessel ist $t + \frac{t_1 - t}{2}$, der Ausdehnungskoefficient für gesättigte Soole ist 0,050 für 1 bis 100° *C.*, also für obige Wärmegrade $\frac{0{,}050}{100}\ \frac{(t_1 - t)}{2}$. Diese Raumvergröſserung mit dem gesuchten Volumen V multiplicirt, muſs der oben berechneten Soolmenge S gleich sein, also $\frac{0{,}050\ (t_1 - t)\ V}{2.100} = \frac{175{,}5}{t_1 - t}$. Daraus ist zu ermitteln

$$V = \frac{175{,}5\,.\,200}{0{,}050\,.\,(t_1 - t)^2} = \frac{702\,000}{(t_1 - t)^2}.$$

Das Volumen des Soolerhitzungskessels für eine Produktion von 100 *kg* Salz in der Stunde muſs also gleich V sein, vermehrt um den Raum der Plattengruppen für die Soolerwärmung und des sich etwa ansammelnden Gypses und Salzes.

Der Fassungsraum des Erhitzers ist also nicht allein von der Menge des zu erzeugenden Salzes abhängig, sondern auch von der Temperaturdifferenz $t_1 - t$, und die Fassungsräume der Erhitzer stehen in umgekehrtem Verhältnisse der Quadrate der Temperaturunterschiede. Bei Grobsalzerzeugung ist t kleiner als bei Feinsalzerzeugung, es genügt also bei Grobsalz ein kleinerer Erhitzungsraum. Bei Feinsalzerzeugung wird es sich empfehlen, t_1 möglichst groſs zu machen, also

Digitized by Google

die Spannung möglichst hoch zu halten, um mit möglichst kleinem Erhitzer und geringer Heizfläche auszukommen.

Die Geschwindigkeit der Cirkulation ist abhängig

1. von der Gröfse der Wärmeunterschiede ($t_1 - t$),
2. von dem Volumen der zugleich erhitzten Soole, also von der Gröfse des Erhitzers.

Die stündlich für 100 *kg* Salz erforderliche Soolmenge tritt aus dem Erhitzer in die Cirkulirpfanne, kühlt sich, indem sie diese durchströmt, von t_1 auf t^0 ab und lässt, entsprechend der Abkühlung, Salz fallen. Die abgekühlte Soole nimmt einen kleineren Raum ein als die erhitzte, fliefst also im Beharrungszustande der Cirkulation dem Erhitzer langsamer zu, als die heifse Soole abfliefst. Die abgekühlte Soole wird durch ein in den Erhitzer selbst eingelegtes Rohr an die tiefste Stelle des Erhitzers geleitet, damit sich nicht infolge weiterer Abkühlung im Zuleitungsrohre Salz absetzt. Im Ausflufsrohre wird sich Gyps ansetzen. Man wird dies deshalb kurz und weit nehmen (aus glatt polirter Bronze oder mit Kolophoniumüberzug), um Gypsansätze leicht ablösen zu können.

Für 45000 *kg* Salz (Tafelsalz, Feinsalz, Mittelsalz, Grobsalz) sind $45000 \times 2{,}82 = 126900$ *kg* Kesseldampf erforderlich. Um 1 *kg* Dampf zu erzeugen, sind 3,642 *kg* Traunthaler Kohle nötig, also für obige Salzmenge $\frac{126900}{3{,}642} = 34843{,}5$ *kg* Kohle.

Bei *Langen*schen Treppenrosten ist für 100 *kg* stündlichen Brennstoffverbrauch 1 *qm* Rostfläche erforderlich, also ist die ganze erforderliche Rostfläche $\frac{34843{,}5}{24 \,.\, 100} = 14{,}51$ *qm*. Kessel mit 30 *kg* stündlicher Wasserverdampfung auf 1 *qm* Heizfläche müssen eine Heizfläche von $\frac{126900}{24 \,.\, 30} = 176$ *qm* haben, das sind bei 5 Kesseln auf 1 Kessel 35 *qm* Heizfläche.

Den Cirkulirpfannen ist solch eine Tiefe zu geben, dafs ein 24stündiger Vorrat an Salz Raum hat. Die Feinsalzpfannen erhalten in den Boden eingelassene Dampfröhren, um ein beständiges Sieden zu veranlassen. Die Pfannen werden aus Betonmasse mit Cementputz sorgfältig hergestellt. Die Wandstärke W bei einer Länge der Pfanne D und der Labtiefe H in Metern ist nach folgender bewährter Formel zu wählen:

$$W = 0{,}09 + 0{,}0125\ D\,H,$$

die geringste Dicke des Cementputzes:

$$w = 0{,}01 + 0{,}0104\ H^2.$$

Als Mischung für den Beton wählt man:

1 *Tl.* Perlmoser Portland-Cement, 2 *Tle.* Sand, 3 *Tle.* Bruchsteinschotter

(s. S. 732).

Digitized by Google

Auch das übrige Mauerwerk kann aus gleichem Material hergestellt werden, wobei geringe Dimensionen zu wählen sind. Wenigstens sollte es mit einem Cement- oder Asphaltanstrich versehen werden.

Das in Gebrauch stehende Eisenwerk sollte verzinkt sein, besonders eiserne Nägel für die Pfannenmäntel und Dunstlutten, wenn man nicht lieber Holznägel aus Buchenholz verwenden will. Ein möglichst leichter Dachstuhl empfiehlt sich. Am besten wäre Zinkeindeckung. Wenigstens sollten alle Winkel und Säume mit Zinkblech belegt sein.

Die Centrifugen müssen sehr fest fundamentirt sein, da jede ein Gewicht von etwa 220 *Ctr.* bei ebenerdiger Aufstellung erhalten mufs.

Bis auf 2 *Pzt.* Feuchtigkeit abgeschleudertes Salz wird sich in gewöhnlichen Magazinen genügend trocken lagern lassen. Sonst können die Abzugsgase der Kesselfeuerung zum Erwärmen der Magazine mit benutzt werden. Die Wände der Magazine erhalten eine Bretterverschalung.

Hängebahnen sind zum Salztransporte besonders geeignet, da grofse Lasten damit leicht befördert werden können. Es lassen sich dabei die kleinsten Krümmungen ausfahren, und der Boden bleibt frei.

Asphaltröhren (von *Christian Laye* in Bochum) haben sich zur Leitung kalter Soole gut bewährt. Für die Dampfleitungen ist Kupfer oder verzinktes Eisen mit Umhüllungen von Kork, Kieselguhr, Lehm, Spreu oder ähnlichen Wärmeschutzmassen zu wählen. Die Erhitzungskessel sind in Holzverschläge mit Asche einzubetten.

Für die Fufsböden werden Steinplatten, scharf gebrannte Ziegelfliesen oder Klinker, die in Cement gelegt werden, empfohlen, da sich Holzböden absplittern und Gelegenheit zur Verunreinigung des Salzes geben.

Bei der von *C. v. Balzberg* vorgeschlagenen Dampfsiedung wird ein Wärmenutzen gegenüber der gewöhnlichen Versiedung in Feuerpfannen nicht zu erwarten sein. Die Gewinnung von Salz durch Abkühlung in Cirkulirpfannen erfordert, wie die Berechnungen (S. 889) zeigen, mehr Wärme als die Salzgewinnung durch Wasserverdampfung. Es ist kein Vorteil darin zu erkennen, dafs statt einer einfachen Verdampfungspfanne Dampfkessel, Plattenerhitzer und Cirkulirpfanne, also statt einer Vorrichtung drei eingeführt werden, von denen jedenfalls der Kessel und der Erhitzer in der Unterhaltung nicht minder kostspielig sein werden als eine Siedepfanne. Gewöhnliche Feuerpfannen arbeiten bei zweckmäfsiger Einrichtung im Brennstoffverbrauch ebenso vorteilhaft oder noch vorteilhafter als Dampfkessel (s. S. 707). Die Überleitung des Heizdampfes und die Erhitzer selbst werden den Wärmeverlust erhöhen. Unzweckmäfsig ist es, die kondensirten Sooldämpfe mit dem Kesselspeisewasser zu mischen, weil dadurch Salzbestandteile in die Kesselwasser gelangen und sich dann ähnliche ungünstige Folgen zeigen werden wie bei der unmittelbaren Verdampfung von Soole in Kesseln.

Digitized by Google

Es sind drei Richtungen zu bezeichnen, in denen eine vorteilhaftere Wärmewirtschaft gesucht werden kann.

1. Die Ausnutzung der Wärme aus den Abdämpfen des Maschinenbetriebes. Dabei ist zu berücksichtigen, dafs sich mit Abdämpfen von atmosphärischem Druck gesättigte Soole unter demselben oder einem nur mäfsig geringeren Druck nicht zum Sieden bringen läfst. Man wird also nur eine Verdampfung bei geringerer Temperatur ermöglichen, also Salz gröberen Kornes gewinnen können. Um feinkörniges Salz aus siedender Soole zu erzielen, müfste der Abdampf von neuem zusammengepreſst werden, oder der Abdampf müfste unter höherer Pressung von etwa 2 *Atm.* aus dem Maschinenbetriebe abgängig sein. Ohne dies würde man die Verdampfung der Soole unter einem Vakuum herbeiführen müssen.

Die Kondensirung des Dampfes und die Erzeugung eines Vakuums bietet für den Maschinenbetrieb bedeutende Vorteile, so dafs man hierauf nicht gern im Interesse einer Soolverdampfung verzichten wird. Bei der Kondensirung durch Flächenkondensatoren wird sich jedoch Soole verwenden und dadurch vorwärmen lassen, so dafs ein Hauptteil der Wärme des Abdampfes auch dann für die Salzgewinnung nutzbar gemacht werden kann. Die noch warmen Kondenswasser dienen wieder zur Kesselspeisung, die vorgewärmte Soole wird durch unmittelbare Befeuerung abgedampft.

Wo allerdings mehr Maschinenabdampf verfügbar ist, als zur Vorwärmung der nötigen Soole dienlich sein kann, da wird immer noch in Frage kommen können, ob es vorteilhaft ist, den Dampf abzusaugen und von neuem zur Soolverdampfung zusammen zu pressen, was dann vorteilhaft sein kann, wenn mechanische Kräfte, z. B. Wassergefälle billig zur Verfügung stehen, die nicht ausreichen würden, den Dampfmaschinenbetrieb überhaupt zu ersetzen. Immer wird dabei, um den Siedeprozefs nicht von dem Dampfmaschinenbetriebe abhängig zu machen, ergänzungsweise Kesseldampf unmittelbar zur Salzsiedung verfügbar bleiben müssen.

2. Die wiederholte Verwendung des bei der Versiedung der Soole entwickelten Dampfes zur Salzgewinnung. Diese ist bei dem *Piccard*apparate und bei andern Verdampfungseinrichtungen (s. S. 890) versucht und zum Teil mit Vorteil angewendet worden. Der Abdampf aus dem ersten Verdampfungskessel mufs alsdann entweder noch eine Pressung von mindestens 2 *Atm.* haben oder durch Zusammenpressen auf einen einer Temperatur entsprechenden Druck gebracht werden, die angemessen über der Versiedungstemperatur der Soole liegt. Andernfalls, wenn aus dem ersten Verdampfungsgefäfs Dampf von gewöhnlicher Pressung entweicht, wird in den folgenden Verdampfungsgefäfsen ein Vakuum erzeugt werden müssen (s. S. 892).

Es wird sich eine Einrichtung zusammenstellen lassen, wobei in dem ersten Verdampfer Soole unter höherem Druck gar gestört, mit

Digitized by Google

dem hierbei entwickelten Dampfe in einem zweiten Verdampfer gar gestörte Soole mit geringem Überdruck zur Feinsalzbereitung versotten und in einem dritten Verdampfer, einer Pfanne, mittels des Abdampfes von der Feinsalzgewinnung und mittels des heifsen Kondenswassers aus einem andern Teile der gar gestörten Soole bei 70 bis 80° *C.* Salz gröberen Kornes gewonnen wird. Die Dämpfe der Grobsalzpfanne und die Wärme der Kondenswasser können dann noch zum Vorwärmen der Soole für den ersten Verdampfer benutzt werden.

Abgesehen von den Wärmeverlusten wird nur die für das Soggen des Feinsalzes erforderliche Wärmemenge aufzubringen sein, die zunächst zum Garstören der Soole nutzbar gemacht ist und nachher noch zur Salzgewinnung in der Grobsalzpfanne benutzt wird.

Aus siedender gesättigter Soole sind 40,3 *Tle.* Feinsalz zu gewinnen (s. S. 30), wenn 100 *Tle.* Wasser verdampft werden. Die Dämpfe werden bei 20 *Pzt.* Verlust noch 80 *Tle.* Wasser bei der Grobsalzgewinnung verdampfen, die 32,2 *Tle.* Salz gelöst halten.

Um 100 *Tle.* Wasser bei der Feinsalzbereitung verdampfen zu können, wird in dem ersten Verdampfer, dem Störkessel, mit Rücksicht auf die Verluste etwas mehr Wasser verdampft werden müssen, wenn der Verlust ebenfalls 20 *Pzt.* ist, etwa 125 *kg*. In der bei gewöhnlicher Temperatur gesättigten Soole ist indessen so viel Wasser nicht enthalten. Man wird also bei Beschaffung der für die Feinsalzsiedung erforderlichen Wärmemenge eine mindergrädige Soole gar stören müssen und hat dabei doch nicht wesentlich mehr Wärme aufzuwenden als für das Soggen der Soole allein. Daraus ergiebt sich ein bedeutender Vorteil des Verfahrens. Soole, die auf 40,3 *Tle.* Salz 125 *Tle.* Wasser bis zur Sättigung bei Siedehitze und 100 *Tle.* Wasser als Lösungswasser beim Soggen enthält, also auf 265,3 *Tle.* 40,3 *Tle.* Salz enthält, ist eine 15,2 *pzt.* Soole.

Ohne Rücksicht auf die Wärmeverluste berechnet sich der erforderliche Wärmeaufwand wie folgt.

Um aus einer 24 *pzt.* Soole, wie sie auf den Salinen meist zur Versiedung kommt, 1 *kg* Salz zu gewinnen, sind nach S. 710 1843 *W.-E.* aufzuwenden, davon 686 *W.-E.* beim Stören, 1157 *W.-E.* beim Soggen. Zu verdampfen sind 0,71 *kg* Wasser beim Stören, 2,19 *kg* Wasser beim Soggen, zusammen 2,90 *kg*. Bei der wiederholten Verwendung des Dampfes nach obigem Verfahren werden von 1 *kg* Salz $^5/_9$ als Feinsalz, $^4/_9$ als Grobsalz gewonnen. Es sind dann für die Feinsalzsiedung $^5/_9 \times 1157 = 643$ *W.-E.* erforderlich, mit denen auch noch $^4/_9$ *kg* als Grobsalz gewonnen werden können. Um diese zu liefern, würde eine entsprechende Menge Wasser im Störkessel zu verdampfen sein, das sind, da bei 2 *Atm.* Überdruck zur Verdampfung von 1 *kg* Wasser aus Soole $1{,}16 \times 643 = 746$ *W.-E.* erforderlich sind, 0,86 *kg* Wasser auf 1 *kg* Salz. Dies würde eine 23 *pzt.* Soole sein. Rechnet man 20 *Pzt.* Verlust dazu, so ist der Wärmeaufwand entsprechend höher,

Digitized by Google

und die gar zu störende Soole wird entsprechend mehr Wasser enthalten, also leichter sein müssen, etwa 22 *pct.* Der Wärmeverbrauch wird dann doch nur 804 *W.-E.* ausmachen, gegenüber 1843 *W.-E.* bei gewöhnlicher Versiedung einer 24 *pct.* Soole. Mit den ersparten 1039 *W.-E.* würde man noch $\frac{1039}{746} = 1{,}4\,kg$ Wasser verdampfen können, so dafs beim Stören 2,47 *kg* Wasser verdampft oder eine 16 bis 17 *pct.* Soole gar gestört werden kann. Die Kosten für die Verdreifachung der Verdampfungseinrichtungen werden kaum so hoch sein als die bedeutenden Kosten, die jetzt an einzelnen Orten für die Anreicherung schwacher Soolen aufgewendet werden, um diese siedewürdig zu machen.

Vermehrt man die Wiederholung noch um eine, der Art dafs der erste Verdampfer Heizdampf von solcher Pressung liefert, dafs in einem zweiten Verdampfer wiederum Heizdampf von 2 *Atm.* Pressung erzeugt werden kann, so werden, wenn beide Verdampfer nur zum Anreichern und Garstören der Soole dienen, mit einem Wärmeaufwand von insgesammt etwa 1880 *W.-E.* im ersten Verdampfer 2,5 *kg*, im zweiten Verdampfer 2 *kg* Wasser, zusammen also 4,5 *kg* Wasser verdampfen. Ist dann die Gare der Soole erreicht, so hat man mit 1880 *W.-E.* statt wie sonst aus einer 24 *pct.* Soole, aus einer 6,7 grädigen oder 13 *pct.* Soole 1 *kg* Salz gewonnen. Die Berechnung zeigt, welcher Gewinn aus einer wiederholten Verwendung des Dampfes erzielt werden kann.

3. Verwendung des Sooldampfes zum Maschinenbetriebe. Noch bedeutungsvoller als die vorher erläuterte wiederholte Verwendung des Dampfes würde es sein, wenn es gelingen möchte, die Sooldämpfe mit Vorteil zum Maschinenbetriebe zu verwenden, mit andern Worten, Soole als Kesselspeisewasser zu benutzen.

So unzweckmäfsig es zunächst erscheinen mag, zwei verschiedene Hauptzwecke durch dasselbe Betriebsmittel zu erreichen, so wird doch der Umstand, dafs es sowohl beim Siedeprozefs wie beim Dampfkesselbetriebe auf möglichst vorteilhafte Wasserverdampfung ankommt, es rechtfertigen lassen, dafs weitere Untersuchungen in dieser Richtung gemacht werden. Da weit mehr Maschinendampf Verwendung finden kann, als sich durch Abdampfung gesättigter Soolen zur Gewinnung des gesammten Salzbedarfs beschaffen läfst, so würde damit erreicht werden können, dafs auch sehr schwache Soolen noch für die Salzgewinnung nutzbar gemacht werden könnten, dafs man auch die unmittelbare Verdampfung des Meerwassers mit Vorteil wieder einführen könnte.

Man wird zunächst von Versuchen absehen können, Salz unmittelbar im Dampfkessel zu gewinnen. Diese haben mit Rücksicht auf die Körnung, die Salzaufbrennungen, die Schwierigkeit der Austragung wenig Aussicht auf günstigen Erfolg. Günstigere Aussichten bieten sich, wenn es nur darauf ankommt, die Soole im Kessel gar zu stören.

Digitized by Google

Zum Soggen wird dann, wie oben gezeigt, der Kesseldampf benutzt werden können.

Die Verwendung von Sooldampf zum Maschinenbetriebe ist bei verschiedenen Verdampfungsverfahren versucht worden. Es sind dabei schwach gepreſste Dämpfe benutzt worden, z. B. beim *Piccard*apparate (s. S. 910), bei dem Verdampfungsapparate von *Vogl* und *v. Bechtolsheim* (s. S. 918). Dämpfe von höherem Druck sollen nach dem Verfahren von *Goddin* (s. S. 890) benutzt werden. Jedenfalls wird der Benutzung gepreſsten Sooldampfes zum Maschinenbetriebe nichts im Wege stehen, wenn es gelingt, durch genügende Trocknung des Dampfes die in feinen Flüssigkeitsbläschen mitgeführten Salzbestandteile und durch alkalische Reinigungsmittel etwaigen durch Zersetzung von Chloriden entstehenden Säuregehalt des Dampfes zu beseitigen. Eine Zersetzung der Salze und Bildung von Chlorwasserstoffsäure wird um so mehr eintreten können, je höher die Pressung und damit die Temperatur steigt, und je stärker die sich bildenden Kesselsteinansätze werden, in denen zersetzbare Salze, besonders leicht zersetzbares Chlormagnesium, mit eingeschlossen werden. Über die Einwirkung dieser Salze auf die Kesselwandung ist unter dem Abschnitt Schutzmittel gegen Rost (S. 948 u. folg.) Näheres mitgeteilt.

Die Erfahrungen, die man bisher mit der Verwendung salzhaltiger Flüssigkeiten als Kesselspeisewasser gemacht hat, sind immer sehr ungünstig gewesen. Sie zeigen, daſs Kessel von der üblichen Form nicht zweckmäſsig sind, und daſs eine Reinigung der Soole von den schwefelsauren Salzen und Chloriden der alkalischen Erden notwendig ist. Die Erfahrungen, die man mit den Kesselpfannen von *Fläschendräger* gemacht hat, zeigen, unter welchen Bedingungen Soole in Flammrohrkesseln bei Atmosphärendruck und der diesem entsprechenden Verdampfungswärme ohne wesentliche ungünstige Einwirkung auf den Kessel gar gestört werden kann. Es kommt darauf an, durch Versuche festzustellen, ob gleich günstige Erfahrungen beim Stören unter höherem Druck und bei höherer Verdampfungswärme gemacht werden. Es werden die Bedingungen aufzusuchen sein, die günstige Ergebnisse unter diesen Verhältnissen erwarten lassen.

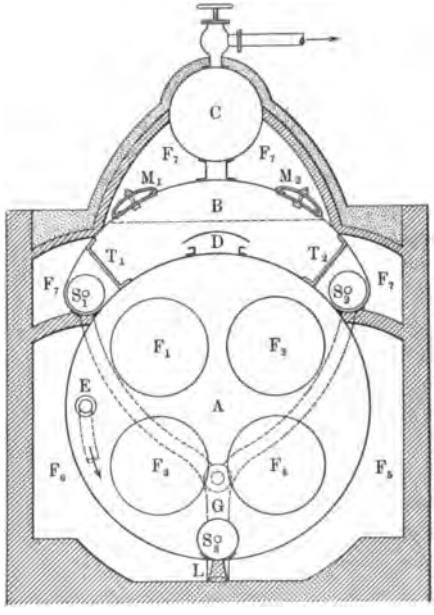
Eine Hauptbedingung bei der Kesselpfanne von *Fläschendräger* ist, daſs im Unterkessel, wo die Wärmeübertragung in erster Linie erfolgt, keine Wasserverdampfung eintritt. Diese wird in die obere minder geheizte Pfanne verlegt. Man wird statt der Pfanne einen geschlossenen Oberkessel anzuwenden haben, in dem die Dampfentwicklung ausschlieſslich erfolgt. Für den ausfallenden Schlamm und das im Oberkessel etwa ausfallende Salz werden geeignete Austragevorrichtungen anzubringen sein.

In der Fig. 331 ist der Entwurf eines derartigen Kessels gezeichnet. Er besteht aus dem Hauptkessel A als Erhitzer mit zwei oder mehr Flammrohren und dem Oberkessel B als Verdampfer und trägt

Digitized by Google

über dem Verdampfungsraume den Dampfsammler C, in dem der Dampf getrocknet wird. Bei der Anwendung von vier Flammrohren ziehen die Feuergase zunächst durch die beiden oberen $F_1 F_2$ hin und durch die beiden unteren $F_3 F_4$ zurück, umspülen dann den Kessel zunächst auf der Seite F_5, dann auf der Seite F_6, wo die frische Soole bei E möglichst in den unteren Kesselteil mittels Dampfinjektor eingeführt wird. Schliefslich ziehen sie über den Dampfraum und unter dem Dampfsammler durch zur Esse. Durch mehrere Öffnungen ist der Unterkessel mit dem Oberkessel verbunden. Die Öffnungen sind mit niedrigen Borden eingekränzt und mit gewölbten Deckeln D geschützt, damit kein Salz in den Unterkessel fallen kann. Durch die Wallung wird das Salz, wenn überhaupt etwas ausfällt, von den gewölbten Flächen des Unterkessels und der Deckel weggespült und in die beiden Seitensäcke geführt, in denen die Schnecken S_1 und S_2 sich bewegen. Die Schnecke S_3 bringt den Schlamm nach und nach an die Stirnseite des Kessels. Die Schnecken laufen in Rohrstutzen noch über die Stirnwand des Kessels hinaus und bringen die ausgefallene feste Substanz in Abfalllutten G, die durch schleusenartig angebrachte Schieber (s. S. 900) geschlossen sind, mit denen der Schlamm oder das Salz entfernt werden kann. Für die Ableitung der Soole hat die Lutte G über den Schiebern einen besonderen Stutzen, der durch einen mechanisch bewegten Kolbenschieber unter abwechselndem Öffnen und Schliefsen die Soole beständig in kleinen Mengen nach Mafsgabe des frischen Soolzuflusses und des Grades der Verdampfung unter Erhaltung eines gleichmäfsigen Soolstandes im Kessel, einer Feinsalzrundpfanne zufliefsen läfst, die durch die Kesseldämpfe geheizt wird. $M_1 M_2$ sind Mannlöcher, $T_1 T_2$ Versteifungen. Schnecken und Flammröhren müssen sich leicht an einer Stirnseite zur Reinigung herausziehen lassen. Entsprechende Wechselstücke sind auf Vorrat zu halten, damit keine längeren Unterbrechungen durch Reinigung und Ausbesserungen entstehen. Es kann erwartet werden, dafs bei höherem Druck und höherer Temperatur Gyps als Anhydrit auf den Heizflächen stärker anbrennt.

Fig. 331.



Digitized by Google

Der Gyps wird deshalb durch vorsichtige Anwendung von Barytsalzen zu entfernen sein. Die Wärmeersparnis wird es vielleicht ermöglichen, zur Beseitigung von Chlormagnesium auch das kostspieligere Phosphorsalz (Trinatriumphosphat, s. S. 635) anzuwenden. Das Verfahren wird dann den Verlauf nehmen, dafs die Soole beim Vorwärmen einem Reinigungsverfahren zu unterwerfen, abzuklären und zu filtriren ist, dann noch vorgewärmt dem Unterkessel zugeführt und durch die Dampfentwicklung im Oberkessel genügend gesättigt wird. Der getrocknete Dampf, der vielleicht noch einer Reinigung von Säurebestandteilen zu unterwerfen ist, dient zum Speisen des Kessels mit Soole, zum Heizen der Feinsalzpfanne und im übrigen zum Maschinenbetriebe, darunter zunächst zu Zwecken des Salinenbetriebes, wie Soolhebung, Salztrocknung, Salzförderung. Die heifsen Kondenswasser können noch zur Grobsalzgewinnung und zum Vorwärmen der Soole benutzt werden.

Es ist nicht ausgeschlossen, dafs in den bezeichneten drei Richtungen die Salinentechnik noch Erfolge erringen kann.

Im übrigen wird vielleicht auch auf dem Gebiete der Elektrolyse Neues für die Salinentechnik zu erwarten sein.

Wirkung der Salzlösungen auf Metalle und Schutzmittel gegen das Rosten, insbesondere Schutz gegen Eisenrost.

Das Eisen findet beim Salinenbetriebe ausgedehnte Anwendung. Bei Abdampfpfannen und -kesseln, Trockenpfannen, Transportgeräten, Arbeitsgeräten, Beschlägen und Befestigungsmitteln, Behältern und Soolleitungen wird Eisen benutzt, zum Teil, ohne dafs es durch anderes Material zweckmäfsig ersetzt werden könnte. Um so mifslicher ist es, dafs das Eisen unter der Einwirkung des Salzes mehr als sonst zum Rosten neigt, während das gewonnene Produkt, das Salz, wenigstens als Speisesalz und für viele gewerbliche Zwecke möglichst vor Eisenrost bewahrt werden mufs, um ihm ein schneeweifses Aussehen zu erhalten. Um deshalb eine zu schnelle Zerstörung des Materials oder eine Färbung des Salzes zu verhüten, ist es erforderlich, das Eisen, sofern es nicht durch andere Materialien vorteilhaft ersetzt werden kann, vor dem Rosten zu schützen.

In dieser Beziehung ist es von Interesse, sich die Bedingungen der Rostbildung zu vergegenwärtigen. *E. Simon*[1]) giebt darüber folgendes an.

Um Rost zu bilden, ist unter dem Einflusse der gewöhnlichen Atmosphärilien Bedingung, dafs die Oberfläche des Eisens freigelegt ist und Wasser in flüssigem Zustande mit darin gelöstem Sauerstoff (Luft) und Kohlensäure darauf einwirkt. Wirken diese Faktoren nicht zu-

[1]) *E. Simon*, vorm. Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Gent (Belgien), *D. Kohlenztg.* 1895, Nr. 26, S. 201. Ferner: Über Rost und Eisenanstriche. Eine kritische Studie. Berlin, Verlag des Gewerbefreund, 1897.

Digitized by Google

sammen, so findet keine Rostbildung statt, so lange nicht andere chemische Agentien, wie Schwefelwasserstoff, Chlor, Salzsäure und andere flüchtige Säuren, als Gase oder die Chloride der Alkalien und Erdmetalle, in Wasser gelöst, eine kräftige Rostbildung begünstigen.

So wird Eisen in einer Atmosphäre, die Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserdampf enthält, nicht angegriffen, wenn sich nicht das Wasser flüssig auf das Metall niederschlägt. Es wird also in Dampfkesseln und Dampfleitungen, wo durch Überhitzung des Wasserdampfes und Entwässerung desselben vorgenannte Bedingungen erfüllt sind, eine Rostbildung unmöglich sein.

Andererseits wird Eisen durch Wasser, welches luftfrei, also frei von Sauerstoff und Kohlensäure ist, bei gewöhnlicher Temperatur nicht angegriffen, während bei höheren Temperaturen (Rotglut) das Eisen sich schnell mit einer fest anhaftenden Schicht von magnetischem Eisenoxyd bedeckt, welches rostschützend wirkt.

Reiner Sauerstoff wirkt bei mäfsigen Temperaturen nicht auf das Eisen ein, während sich in der Wärme hierbei magnetisches Eisenoxyd bildet. Dasselbe gilt von der Kohlensäure, die in der Kälte nicht einwirkt, sich aber bei Rotglut zu Kohlenoxyd reduzirt und magnetisches Eisenoxyd bildet.

Selbst Wasser, welches nur Sauerstoff, aber keine Kohlensäure enthält, wirkt bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf das Eisen ein, weshalb Eisen, das sich in lufthaltigem Wasser befindet, dem etwas Alkali oder Kalk zum Binden der Kohlensäure zugesetzt worden ist, so lange rostfrei bleibt, als noch freies Alkali oder Erdkali im Wasser vorhanden ist. Sobald jedoch hierbei freie Kohlensäure auftritt, wird das Eisen bei gewöhnlicher Temperatur leicht angegriffen und es entsteht kohlensaures Eisen, das sich in überschüssiger Kohlensäure in lösliches doppelkohlensaures Eisen umsetzt. Es wird hierbei Wasserstoff frei, der sich, wenn freier Sauerstoff vorhanden ist, mit diesem wieder zu Wasser verbindet.

Bei genügendem Vorhandensein von Sauerstoff und Kohlensäure würde das Eisen vollständig in Lösung gehen (Eisenwässer), während bei Mangel an Sauerstoff und Kohlensäure das doppelkohlensaure Eisen sich als einfach kohlensaures Eisen niederschlägt und Kohlensäure frei wird. Bei Gegenwart von Sauerstoff geht das kohlensaure Eisen in Eisenoxydhydrat, den eigentlichen Rost, über, während Kohlensäure entweicht.

Die Thatsache, dafs bei der Rostbildung stets wieder Kohlensäure entwickelt wird, die weiter zersetzend auf das Eisen einwirkt, sofern die anderen Bedingungen, die Gegenwart von Luft und Feuchtigkeit, gegeben sind, erklärt zum Teil die Erscheinung, dafs eine einmal gebildete Roststelle nach innen energisch weiterfrifst, während sich an der Oberfläche eine Rostwarze zeigt. Hauptsächlich ist jedoch diese fortschreitende Rostbildung nach innen zu auf den Umstand zurückzuführen, dafs der Rost, gleich wie Kohle und Humuskörper, die Eigenschaft

Digitized by Google

besitzt, durch Flächenanziehung eine Verdichtung der Gase zu bewirken, die dem Zustande der Verflüssigung nahezu gleich zu erachten ist, und in diesem Verhältnisse haben die gasförmigen Elemente: Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, eine bedeutende molekulare Beweglichkeit, die chemische Umsetzungen oder Verbindungen unmittelbar ermöglicht [1]).

Die Rostbildung teilt sich nach den vorhergegangenen Erörterungen in zwei Perioden:

1. Bildung von löslichem doppelkohlensaurem Eisen;

2. Umsetzung in einfach kohlensaures Eisen und fortschreitend in Eisenoxydhydrat, während die freiwerdende Kohlensäure, so lange noch Sauerstoff vorhanden ist, das Eisen weiter zersetzt.

Dieser Rostbildungsprozefs findet in anderer Weise statt, sobald noch chemische Agentien in Frage kommen. Wenn Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorcalcium, Chlorammonium oder Chlormagnesium auch nur in ganz geringen Mengen vorhanden sind, so findet, allerdings bei genügender Feuchtigkeit, eine sehr starke Rostbildung statt. Enthält die Luft Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, schweflige Säure, Salzsäure, Essigsäure u. a., so ist die Zersetzung des Eisens besonders stark.

Dem entsprechende Ergebnisse hatte *A. Wagner* bei seinen Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Lösungen auf Eisen zu verzeichnen [2]). Danach würde indessen die Anwesenheit von Kohlensäure zwar das Rosten begünstigen, aber auch bei Wasser nicht durchaus erforderlich sein. Unter destillirtem Wasser, das mit kohlensäurefreier Luft in Berührung stand, rostete das Eisen. Nach den Versuchen rostete das Eisen in destillirtem Wasser, das mit Kohlensäure und Luft gesättigt war, fast doppelt so stark, als in Wasser, das Luft allein enthielt. In Brunnenwasser, das durch Abdampfen konzentrirt war, war das Rosten stärker, wenn nur Luft anwesend war, schwächer, wenn Luft und Kohlensäure anwesend waren. Unter lufthaltigem, aber kohlensäurefreiem Wasser rostete das Eisen bei Anwesenheit von Salzen mit Ausnahme der alkalisch reagirenden, viel stärker als in reinem Wasser, während unter luft- und kohlensäurehaltigem Wasser dieses Verhältnis vielfach schwächer war.

Sind Chlorbaryum und Chlorcalcium in Lösung, so rostet das Eisen stärker, wenn kohlensäurefreie Luft, als wenn kohlensäurehaltige Luft zugegen ist. Sind dagegen Kochsalz und Chlorkalium oder Salmiak gelöst, so ist das Rosten bei Gegenwart von Luft und Kohlensäure höchst kräftig. Auch in Wasser, das Chlormagnesium gelöst enthält, geht das Rosten stärker bei Anwesenheit von Kohlensäure, als bei kohlensäurefreier Luft vor sich. Wird dem Wasser Öl zugesetzt, so

---

[1]) Zu vergl.: *E. Simon*, *Bull. de l'Acad. roy. d. sciences de la Belg.* II. *sér.*, t. 39, 2. Févr. 1875.

[2]) *P. J.* 1875, 218, 70, nach *Bayer. Ind.- u. Gewbl.* 1875, S. 102.

Digitized by Google

mindert sich die Rostwirkung sowohl bei kohlensäurefreier wie bei kohlensäurehaltiger Luft. Sind alkalisch reagirende Stoffe im Wasser gelöst, wie Kalk oder Soda, so wird das Rosten des Eisens gänzlich verhindert, obgleich diese Lösungen Luft sogar reichlicher als Wasser aufnehmen.

Über die Rostwirkung von Wasser und Salzlösungen bei Siedehitze ergaben die Versuche *Wagners* folgendes. Bei destillirtem Wasser war eine regelmäfsig fortschreitende Gewichtsabnahme des Eisens zu bemerken, weniger war dies bei abgedampftem Brunnenwasser der Fall und wurde auch durch Zusatz von Chlorbaryum nicht wesentlich verstärkt. In Chlorbaryum und Chlorcalciumlösung war die Gewichtsabnahme nur wenig geringer, als in reinem Wasser.

In einer Kochsalz- und Chlorkaliumlösung zeigte sich eine weit bedeutendere Gewichtsabnahme des Eisens, als in reinem Wasser und zwar vollzog sich das Rosten im Anfang besonders schnell, darauf langsamer und regelmäfsig. Das Kochsalz und Chlorkalium haltige Meerwasser greift deshalb auch die Innenwandungen der Dampfkessel stark an. Ähnlich wirkte eine völlig neutrale Lösung von Chlormagnesium, im Anfang jedoch noch stärker, später wesentlich geringer und zuletzt gleichmäfsig. Ein Zusatz von kohlensaurem Calcium wirkte dabei nur anfangs hemmend. Am stärksten wirkte Salmiaklösung in der Siedehitze zerstörend auf Eisen, ebenfalls stärker im Anfang als im weiteren Verlaufe. In Kalkwasser nnd Sodalösung blieb Eisen völlig unverändert. Wird Öl dem Brunnenwasser zugesetzt, so wirkt dies etwas hindernd auf die Rostbildung.

War bei wiederholtem Erkalten Gelegenheit zur Luftaufnahme gegeben, so beförderte dies die Rostwirkung.

Indessen selbst bei Ausschlufs von Luft und Kohlensäure hat *Wagner* eine mäfsige Gewichtsabnahme des Eisens in einer Lösung von Chlormagnesium festgestellt, die nach Beendigung des Versuches schwach sauer reagirte und Eisenchlorür enthielt, dagegen war in Lösungen von Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorbaryum, Chlorcalcium ($^1/_2$ *g* Salz auf 25 *ccm* kochendes destillirtes Wasser) nach sechswöchiger Erwärmung bis nahe zur Siedehitze keine Veränderung des Eisens zu bemerken gewesen.

Versuche über die Einwirkung von Salzlösungen auf Kupfer bei kohlensäurefreier und kohlensäurehaltiger Luft hatten zum Ergebnis, dafs bei kohlensäurefreier Luft Salmiaklösung das Kupfer stark, Chlormagnesium und Chlornatrium und -kalium wenig, schwefelsaures Kalium, Salpeter, kohlensaures Natrium, Ätznatron und Kalkwasser gar nicht angriffen. Die Lösungen waren $^1/_2$ bis 1 *pct.* Aufser Salmiak übte keiner der Stoffe eine lösende Wirkung auf Kupfer aus, nur in destillirtem Wasser waren Spuren nachzuweisen.

Bei Zutritt von Kohlensäure und Luft wurde Kupfer durch alle Lösungen angegriffen und zum Teil in Lösung geführt.

Digitized by Google

Zink wird in kohlensäurefreier und kohlensäurehaltiger Luft von allen Salzlösungen angegriffen, mehr bei letzterer, als bei ersterer. Am stärksten wirkt Salmiak, dann folgt schwefelsaures Kalium, Chlormagnesium, destillirtes Wasser, kohlensaures Natrium, wenig wirken Salpeter, Chlornatrium und Chlorkalium, unbedeutend Kalkwasser.

Lösliche Zinkverbindungen waren bei kohlensäurefreier Luft nur durch Ätznatron, Salmiak und Chlormagnesium entstanden, Spuren durch destillirtes Wasser und Kalkwasser, keine durch die übrigen Salzlösungen. Bei Gegenwart von Kohlensäure verursachten alle Lösungen die Bildung löslicher Zinkverbindungen.

Blei wird bei Gegenwart von Kohlensäure durch Wasser stärker in Lösung gebracht, als bei Anwesenheit von kohlensäurefreier Luft. Siebenmal so stark als destillirtes Wasser greifen die Chloralkalien das Blei bei Zutritt von kohlensäurefreier Luft an, wobei sich ein starker Niederschlag bildet, ohne dafs etwas in Lösung bleibt. Bei Zutritt von Luft und Kohlensäure war die Wirkung nur etwa halb so stark. Es bildete sich kein Niederschlag, aber viel Blei ging in Lösung.

Keine Gewichtsabnahme erleidet Blei durch eine Lösung von schwefelsaurem Kalium. In einer Salpeterlösung ist die Wirkung bei Zutritt von kohlensäurefreier Luft geringer, als die einer Lösung von Chloralkalien, ohne dafs Blei gelöst wird. Tritt aufser Luft auch Kohlensäure zu, so ist die Wirkung stärker und es wird viel Blei gelöst. Unverändert bleibt Blei in verdünnter Sodalösung, während Ätznatron das Blei sehr stark angreift und löst. Ein Niederschlag bildet sich nicht. In Kalkwasser überzieht sich Blei mit einem rotgelben Niederschlag.

Auf Zinn wirken bei Zutritt von kohlensäurefreier Luft aufser Ätznatron die genannten Salze in der Lösung nur wenig, destillirtes Wasser und Kalkwasser gar nicht und nur Ätznatron und Soda führten etwas Zinn in Lösung über. Bei Zutritt von Kohlensäure und Luft hört auch diese Wirkung auf, nur in einer Salpeterlösung wird Zinn noch etwas angegriffen.

Messing wird bei Zutritt von kohlensäurefreier Luft stark durch Salmiaklösung, wenig durch Chlormagnesium, Chloralkalien, Ätznatron und Kalkwasser, gar nicht durch destillirtes Wasser, schwefelsaures Kalium, Salpeter und Soda angegriffen. In Lösung führten geringe Mengen des Metalles Salmiak und Chlormagnesium, Spuren Ätznatron und Kalkwasser. Tritt auch Kohlensäure zu, so wirken am stärksten Salmiak, Chlormagnesium und Chloralkalien, wenig destillirtes Wasser, kohlensaures Kalium und Salpeter. Alle Lösungen lösen merkliche Mengen des Metalles auf.

Neusilber verhält sich ähnlich wie Messing, wird aber durchweg etwas weniger angegriffen. Bei kohlensäurefreier Luft wird es von destillirtem Wasser, schwefelsaurem Kalium, Salpeter, kohlensaurem Natrium und Kalkwasser nicht, von Chloralkalien und Ätznatron wenig angegriffen, Chlormagnesium löst merkliche Mengen.

Digitized by Google

Bei Zutritt von Luft und Kohlensäure wirken Salmiak am stärksten, sehr stark Chlormagnesium und Chloralkalien, wenig schwefelsaures Kalium, Salpeter, destillirtes Wasser. Durch alle Lösungen werden dann merkliche Metallmengen gelöst.

Britanniametall wird bei Zutritt von kohlensäurefreier Luft am stärksten durch Ätznatron, unbedeutend von Chloralkalien, kohlensaurem Natrium, Salmiak, schwefelsaurem Kalium, Chlormagnesium und Salpeter angegriffen, nicht durch destillirtes Wasser und Kalkwasser. Ätznatron und Soda lösen merkliche Mengen. Bei Zutritt von Kohlensäure und Luft wirken nur Chloralkalien, Chlormagnesium und Salpeter etwas und nur Salpeterlösung löst etwas Metall auf, während, wie bei Zinn, destillirtes Wasser, Salmiak und schwefelsaures Kalium wirkungslos bleiben.

Die Veränderungen des Aluminiums bei Gegenwart von Kochsalz und Säure untersucht *H. Ditte* in *L'Illustration* Nr. 2914 vom 31. Dezember 1898 [1]).

Dafs auch kohlensäurefreie Luft bereits in Verbindung mit Wasser Rostwirkung hervorbringt, behauptet auch *Spennrath* [2]), was indessen von *E. Simon* und *C. Schulte* (a. a. O.), in der Überzeugung, dafs bei den Versuchen die Luft nicht völlig kohlensäurefrei gewesen sein könnte, bestritten wird. Indessen, jedenfalls wird man die Kohlensäure in vielen Fällen als sehr wirksam bei der Rostbildung ansehen müssen.

Nach dem hier angeführten ist es verständlich, dafs für das Rosten des Eisens die Bedingungen beim Salinenbetriebe ganz besonders günstig sind. Wasserdämpfe und kohlensäurehaltige Luft kommen mit dem Eisen in den Siederäumen und in den Trockenräumen stets in Berührung. Dem Kochsalz selbst und den in geringer Menge darin enthaltenen anderen Chlorverbindungen wohnt eine Rost fördernde Eigenschaft bei, wenn das Salz feucht ist und Luft Zutritt hat. Das Chlor scheint dabei in ähnlicher, jedoch noch stärkerer Weise die Vermittlerrolle zur Überführung des Eisens in Eisenoxydhydrat zu spielen, wie die Kohlensäure, so dafs beide vereint um so stärker wirken werden. Die Bildung von Eisenchlorür, das sich an der Luft in Eisenchlorid und Eisenoxydhydrat umsetzt, sowie von Natronhydrat und kohlensaurem Natrium, das sich wiederum mit Eisenchlorid umsetzt, wodurch Kohlensäure frei wird, die ebenfalls auf das Eisen wirkt, und ähnliche Umsetzungen dürften in schnell fortschreitender Folge wechseln.

Dafs Kohlensäure auf Chlornatrium zersetzend unter Bildung von Salzsäure und kohlensaurem Natrium wirkt, wurde S. 78 ausgeführt. Die Wirkung wird um so kräftiger sein, wenn sich die Kohlensäure in

[1]) *B.- u. H. Z.* 1899, 58, 351.

[2]) *J. Spennrath*, Chemische und physikalische Untersuchung der gebräuchlichen Eisenanstriche.

Digitized by Google

dem entstandenen Roste ansammelt und unter Kapillardruck steht (s. S. 79 u. 947).

Wesentlich vermindert bleibt ein Rosten, wenn die Salze in Lösung oder getrocknet bei höherer Temperatur mit Eisen in Berührung kommen. So bleiben die schmiedeeisernen Siedepfannen frei von Rost, wenn die Soole darin siedet oder nach dem Sieden nicht mehr als bis auf etwa 40° abkühlt. Der Umstand, dafs beim Sieden oder bei höherer Temperatur Luft und Kohlensäure nicht mehr in der Soole gelöst sein können, wird hierbei begünstigend wirken. Die eisernen Arbeitsgeräte, Salzkrücken, Schaufeln u. a. taucht man in der heifsen Soole unter, so dafs sie vor dem Rosten geschützt sind. Indessen bleibt auch beim Sieden der Soole das Eisen der Pfannen und der Geräte nicht von der Zerstörung verschont. Wie nach den Versuchen *Wagners* oben mitgeteilt ist, wirkt Chlormagnesium, das in den Soolen enthalten ist, auch bei Ausschlufs von Luft und Kohlensäure auf das Eisen und bildet Eisenchlorür. Aber auch die anderen Salze, und in erster Linie Chlornatrium, werden Gelegenheit zum Zerstören des Eisens dadurch finden, dafs an den kühleren Borden Luft mit der Soole und dem Eisen in Berührung kommt, oder dafs sich durch das Krücken in der Soole Luft dieser beimischt. Es erklärt sich daraus die Erscheinung, dafs im Niveau des Soolspiegels die Pfannenborde am meisten geschwächt sind, so dafs es sich verlohnen könnte, zu versuchen, wenigstens den oberen Teil der Pfannenborde mit einem gegen das Rosten schützenden, die Siedewärme vertragenden Schutzmittel zu versehen [1]). Allmählich wird das zunächst wohl als Chlorür in die Soole geführte Eisen unter der Einwirkung der beim Krücken und beim wiederholten Einlassen frischer kalter Soole in die Pfannen geführten Luft in Eisenoxydhydrat umgewandelt, so dafs nach mehreren Siedewerken eine sowohl durch organische Stoffe als auch durch Eisen stark braun gefärbte Mutterlauge in der Siedepfanne zurückbleibt.

Das in trockenem Zustande mit üblichem Feuchtigkeitsgehalte bei höherer Temperatur mit dem Eisen in Berührung kommende Salz läfst eine Rostwirkung nicht erkennen. Diese tritt erst bei der Abkühlung ein, wo das Salz Gelegenheit hat, Feuchtigkeit anzuziehen, und bei Gegenwart von Wasser und Luft seine zerstörende Wirkung beginnt.

Gegen diese Wirkung wird man das Eisen zu schützen suchen, indem man ihm einen, den Zutritt von Feuchtigkeit und Luft verhin-

---

[1]) Über das mitunter beobachtete stärkere Abrosten der Nietköpfe spricht *Dr. J. Walter* in Genf (*Chem. Ztg.* 1898, *P. J.* **310**, 159) die Vermutung aus, dafs schwache elektrische Strömungen, die durch die verschiedene Zusammensetzung und Beschaffenheit des Materiales der Nietköpfe und der Bleche hervorgerufen werden, die Nietköpfe gegenüber den Blechen elektropositiv machten und der Zerstörung schneller zuführten, während das Blech als elektronegativer Teil vor Rost, also ähnlich wie durch den Zinkschutz der Pfannen, geschützt würde.

Digitized by Google

dernden Überzug giebt. Die Herstellung einer Eisenoxydoxydulschicht (magnetisches Eisenoxyd) hat dabei weniger Erfolg, da die Chloride ihre Wirkung darauf fortsetzen. Der Erfolg bleibt insbesondere aus, wenn die Eisenteile durch Biegen und Nieten bearbeitet werden müssen. In untergeordneter Weise wird man mit Erfolg Überzüge von Metall oder Emaille anwenden können, insbesondere verzinktes Eisen für Röhren, Beschläge (z. B. an Fenstern), Nägel, Hängeeisen, Schaufeln und Salzkrücken. Emaillirte Salzschaufeln und Krücken [1]) sind versucht worden, sie sind indessen im Verhältnis zu gewöhnlichen Blättern aus Schmiedeeisen im Preise zu teuer, auch schwerer als diese und deshalb nicht beliebt, zumal da ja bei gewöhnlichem Eisenblech das Rosten der Krücke bei beständigem Gebrauche verhindert wird.

Um der Rostbildung zu entgehen und zugleich um durch ein geringeres Gewicht die Arbeit zu erleichtern, hat man in Ebensee Siedegerätschaften aus Aluminiummetall hergestellt. Bei der Brikettirung (s. S. 679) hat man die Füllgefäfse, die Vorrichtungen zum Auswägen des Salzes und die Zangen zum Abnehmen der Salzbrikette von der Platte aus Aluminium gefertigt und seit längerer Zeit in Gebrauch [2]).

In Galizien ersetzt man die schweren Eisenformen für die Hurmanen jetzt durch Aluminiumformen, die sich gut bewähren.

Aluminium widersteht dem feuchten Salze viel besser, als Eisen und andere Metalle. Für Salzkrücken und Schaufeln dürfte es nicht genügende Steifigkeit haben und leicht die Form verlieren.

Delta-Metall hat sich nach den Erfahrungen in Wieliczka bei der Einwirkung von Salz gut bewährt.

In anderen Fällen wird man sich mit einem schützenden Anstrich helfen müssen. Bei den meisten Farb- und anderen Anstrichen ist Grundbedingung, dafs die Eisenfläche beim Auftragen völlig blank, jedenfalls frei von Eisenrost sein mufs. Man wird deshalb die Eisenteile nicht nur abkratzen und abbürsten, sondern mit Salzsäure beizen und mit warmem Wasser, dem zweckmäfsig etwas gelbes Blutlaugensalz zuzusetzen ist, abwaschen müssen. Die Fläche ist dann nach dem Trocknen zweckmäfsig warm sogleich mit Leinöl zu ölen, worauf dann der Farbenanstrich aufgetragen wird.

Trockenpfannenbleche oder Platten, die keine Salzschlammschicht als Decke erhalten (s. S. 749), streicht man sofort mit Leinöl, und man wiederholt den Anstrich jedesmal, wenn infolge eines Kaltlagers oder einer Unterbrechung der Befeuerung die Pfannen aufser Benutzung kommen und sich abkühlen.

Vor Rost schützende Anstrichmassen werden in sehr grofser Zahl angepriesen, die wenigsten haben einen Ausschlag gebenden Wert und

[1]) Z. B. von *O. Thost* in Zwickau.
[2]) *O. Z.* 1896, 44, 633.

Digitized by Google

bieten keinen völlig zuverlässigen Schutz. Immerhin sind sie bei sorgfältiger, immer wieder erneuerter Anwendung geeignet, das Rosten hintan zu halten.

Mannocitin empfiehlt die Firma *Eduard Müller u. Mann* in Charlottenburg als besonders auch in Sooldünsten geeignetes Schutzmittel. Es ist ein neutraler Fettstoff, der vor dem Gebrauche tüchtig umzurühren ist und dann mit einem Pinsel auf die vorher von Staub u. s. w. sorgfältig gereinigte Metallfläche dünn aufgetragen wird. Es bildet sich dann ein hautartiger Fettüberzug. Zuweilen zeigt sich eine braune Farbschicht auf dem Anstriche, die aber nicht von Rost herrührt. Der Anstrich kann leicht mit einem in Terpentinöl getauchten Lappen wieder entfernt werden. Der Schutz soll sich in feuchter, insbesondere auch mit Dämpfen erfüllter Atmosphäre, sowie im Wasser gut bewähren. Auch gegen Einflüsse des Seewassers soll der Anstrich gut schützen. 100 *kg* kosten 300 *Mk.*

Bei höheren Temperaturen, Wassersiedehitze und darüber ist dieser Anstrich nicht anwendbar, da der Fettstoff flüssig wird. Dieselbe Firma empfiehlt dann eine Rostschutzfirnisfarbe in verschiedenen Farben (100 *kg* zu 60 *Mk.*), entweder konzentrirt oder gleich streichfertig, d. h. genügend mit dem zur Verdünnung erforderlichen Rostschutzfirnis, von dem 100 *kg* ebenfalls zu 60 *Mk.* geliefert werden, versetzt.

Säurebeständige Glasurfarbe empfiehlt *Jakob Bitterich* in Mannheim als Schutzmittel gegen Rost. Die in jedem beliebigen Farbenton gelieferte Glasurfarbe soll sich auch gegen die Einflüsse von Salz und heifsem Salzwasser widerstandsfähig zeigen und sich für Maschinenteile, Holz und Eisen eignen. 100 *kg* kosten 60 bis 70 *Mk.*

Metallgrund- und Metalldeckfarben empfiehlt *Edm. Simon* (Firma *Hübner u. Co.*, Fabrik patentirter Anstrichfarben in Dresden) als sicheren Schutz gegen Rosten. Die Wirkung dieser Farbanstrichmasse soll darin bestehen, dafs auch vorhandene Rostherde durch Umwandlung des Rostes in magnetisches Eisenoxyd unschädlich gemacht werden. Diese Eigenschaft soll darauf beruhen, dafs die Anstrichmasse, wie Versuche ergaben, Wasserstoff entwickelt, der eine reduzirende Wirkung auf den Eisenrost ausübt. Nichtsdestoweniger ist eine sorgfältige Reinigung des Eisens von Rost vor dem Anstreichen geboten.

Platinfarben liefert die Kitzinger Platinfarbenfabrik von *C. Pflug* (auch *Dr. L. Pflug* in Kiel), die sich zum Anstrich auf Eisen, Holz und Mauerverputz eignen. Patentirte Schiffsbodenfarben sollen auch die im Seewasser liegenden Eisenteile gegen Rost schützen. 100 *kg* kosten je nach Farbe und Zweckbestimmung 70 bis 150 *Mk.* Man verbraucht für zweimaligen Anstrich auf 10 *qm* bei Eisen 2 *kg*, bei Holz $2^1/_2$ *kg*, bei Verputz 3 *kg*. Bei Mauerverputz soll durch den Anstrich insbesondere auch Feuchtigkeit und Efflorescenz zurückgehalten werden.

Digitized by Google

Ferronat[1]) (von der Firma *Rosenzweig u. Baumann* in Kassel) soll sich bei Versuchen gut bewährt haben. Das damit bestrichene Probeeisen hat sich nach fünfwöchentlichem Lagern im Freien und auch als es ebenso lange Schwefelsäuredämpfen ausgesetzt gewesen war, völlig rostfrei erhalten.

Siderosthen wird von der Chemischen Fabrik von *Zimmer u. Gottstein* in Eidelstadt-Hamburg (*D. R.-P.* Nr. 65239), jetzt von der Aktiengesellschaft für Asphaltirung und Dachbedeckung, vormals *Joh. Jeserich* daselbst und in Berlin geliefert und soll nicht nur gegen Stofs und Reibung sehr widerstandsfähig, sondern auch bei hohen Hitzegraden beständig sein. 100 *kg* kosten 35 *Mk.* Es ist eine aus Fettgastheer bereitete blauschwarze Masse, die unmittelbar auf das völlig trockene, von Unsauberkeiten und locker anhaftendem Rost befreite Eisen, auch wenn es nicht völlig rostfrei ist, aufgetragen wird. Es wird streichfertig geliefert und darf nicht, wenn es dick wird, was bei längerem Stehen in offenen Gefäfsen eintritt, mit Leinölfirnis, Sikkativ, Terpentinöl oder anderen gebräuchlichen Mitteln vermischt werden. Dick gewordene Anstrichmasse wird mit dem von der Firma gelieferten Siderosthenöl vermischt. Es ist in gut verschlossenen, reinen und trockenen Gefäfsen aufzubewahren. Man streicht es mit einem neuen, reinen, trockenen Pinsel wie Ölfarbe auf das Eisen, am besten bei trockener Witterung auf das trockene Metall. Man giebt zwei Anstriche, den zweiten $^1/_2$ bis zwei Stunden nach dem ersten, der dann schon genügend fest geworden ist. Auf 10 *qm* verbraucht man 1 *kg*. Zur Andünnung von 100 *kg* Siderosthen sind 5 bis 10 *kg* Siderosthenöl nötig, das kalt beigemischt wird. Die Anstrichmasse verbindet sich sehr fest mit dem Eisen, so dafs eine Fortsetzung der Rostbildung verhindert wird. Die Masse haftet so fest, dafs sie nur auf gewaltsame Weise durch Abfeilen und Abschaben entfernt werden kann. Die äufsere, obere Schicht bildet einen lackartigen Überzug, der auch nach völligem Trocknen elastisch bleiben soll und jegliche Erschütterung soll vertragen können, ohne zu platzen oder abzuspringen. Die Unveränderlichkeit bei hohen Temperaturen macht es zum Anstrich von Feuerbüchsen, Feuerungsthüren, Kesselblechen u. dergl. geeignet. Beim Anstreichen in geschlossenen Behältern, z. B. Kesseln, darf nicht mit offenem Licht, sondern nur mit Sicherheitslampe gearbeitet werden, da brennbare Gase entweichen. Die Anstrichmasse hat sich bei den verschiedensten Anwendungen, in nassen Räumen, in der Hitze, auch bei Einwirkung von Chlor und Säure, bewährt gezeigt.

Soll der angestrichene Gegenstand noch mit Ölfarbe einen helleren Farbenton erhalten, so darf die Ölfarbe nicht unmittelbar auf den Siderosthenanstrich aufgetragen werden, sondern es ist zunächst eine Isolirfarbe anzuwenden, die aus 70 *Tln.* Kopallack und 30 *Tln.* Terpen-

[1]) *P. J.* 1895, 296, 96.

Digitized by Google

tinöl besteht und in die etwa 300 bis 400 *Tle.* rote oder gelbe Erdfarbe abgerieben werden. Der Siderosthenanstrich mufs aber vorher völlig trocken sein.

In Wieliczka hat man zum Anstrich von Eisenteilen bei den Siedepfannenanlagen Bessemerfarbe, „Ambos", mit gutem Erfolge angewendet. Die Flächen werden zweimal überstrichen.

Eine säurebeständige Anstrichmasse zum Schutze von Eisenteilen gegen Rost hat man in Ebensee durch eine Mischung von 3 *Tln.* Natronwasserglas, 1 *Tl.* Asbestpulver und 1 *Tl.* schwefelsaurem Baryum erhalten [1]). Man hat damit die Wellbleche der Gestellwagen, auf die die Brikette zum Trocknen in den Kanaldarren gestellt werden, und die Tragstangen der Wellbleche angestrichen. Auch die Ringe der Kufen für Füderlsalz hat man mit derselben Masse angestrichen und die Rostbildung auf lange Zeit dadurch verhütet. Eine Ausbesserung des Anstrichs ist von Zeit zu Zeit nötig, da er durch Stofs oder Schlag abblättert. Vor dem Auftragen der Anstrichmasse müssen die Eisenteile völlig frei von Rost und blank sein, sie behalten dann unter dem Anstrich eine blanke Fläche. Die Wellbleche hielten sich in den Kanaldarren bei einer Wärme von 120° tadellos. Die Kosten eines derartigen dreimaligen Anstrichs betragen für 1 *qm* 15 *kr.*

In Schweizerhall schützt man die eisernen Träger für die Pfannenverdecke (s. S. 745) dadurch, dafs man sie unmittelbar nach der Ankunft aus der Fabrik mit einem Leinölmennigeanstrich versieht und ihnen bei der Verwendung eine Holzverkleidung giebt.

Eiserne Röhren für Soolleitung werden gewöhnlich äufserlich mit Steinkohlentheer oder Asphalttheer, der warm aufgetragen wird, gestrichen. Nach *E. Simon* (a. a. O.) ist Steinkohlentheer als Anstrichmasse wenig geeignet, besser dagegen ist ein Gemisch von 8 *Tln.* Gastheer, 1 *Tl.* Terpentinöl und 2 *Tln.* gebranntem Kalk in Pulverform. Der Anstrich mit diesem Gemisch mufs oft wiederholt werden, indessen läfst sich eine entstehende Rostschicht auf der schwarzen Fläche nicht leicht erkennen.

Nicht immer lassen sich die Bedingungen für die oben erwähnten Anstriche, genügende Sauberkeit und Trockenheit, erfüllen. Dann wird man sich auf andere Weise zu helfen haben.

Mitunter kann ein Cementanstrich, z. B. bei Grobsalzpfannen, in denen bei niedriger Temperatur gesotten wird, so dafs leicht ein Rosten eintritt, einigen Schutz gewähren. Röhren hat man zum Schutz gegen saure Grubenwasser, z. B. in Ibbenbüren, mit einem Cementanstrich versehen [2]). Die Röhren müssen dabei rostfrei sein, alte Röhren werden durch Scheuern mit weifsem Sande oder Ziegelmehl

[1]) *Ö. Z.* 1897, **45**, 498.
[2]) *Pr. Z.* 1873, **21** B., 205.

Digitized by Google

völlig vom Roste befreit und sauber abgewaschen. Der Cement wird, ohne Sandzusatz, so dünnflüssig gemacht, als es unbeschadet seiner Bindefähigkeit geschehen kann. Den zulässigen Grad der Verdünnung kann man mit jeder Cementsorte leicht feststellen. Die Röhre wird vor dem Bestreichen naſs gemacht, der Cementbrei mit einem Weiſspinsel möglichst dünn aufgetragen, worauf man ihn erhärten läſst. Nach völliger Erhärtung wird der erste Anstrich wiederum angefeuchtet und der zweite darauf gebracht. In dieser Weise wird die Röhre vier- bis fünfmal bestrichen. Die Arbeit darf nicht bei zu groſser Hitze ausgeführt werden, weil der Cement dann zu schnell trocknet. Frost zerstört die Bindefähigkeit. Die Röhren dürfen dem Froste weder während des Anstreichens, noch nachher ausgesetzt werden. In Ibbenbüren verwendete man gelben, schnell bindenden Cement (von *A.* u. *F. Schultze* zu Porta bei Minden) und auch Bonner Portland-Cement.

Mit Cementbrei hat man zu Schönebeck die Schienen der zur Salzförderung dienenden Deckenbahnen vor dem Rosten zu schützen gesucht [1]).

Über die zum Schutze eiserner Gerüste von Pfannenmänteln angewendete Cementverkleidung s. S. 745.

Salzsiede- oder Trockenpfannen, die zeitweilig auſser Betrieb kommen, wird man auſser mit Leinöl auch mit einem Kalkmilchanstrich vor dem schnellen Fortschreiten des Verrostens schützen können. Die Kalkmilch verhindert, daſs die Kohlensäure der Luft in Verbindung mit Feuchtigkeit und Sauerstoff ihr Zerstörungswerk fortsetzen kann.

Wichtig für die Dauerhaftigkeit eines Anstriches ist seine Elastizität und Ausdehnungsfähigkeit, so daſs die Anstrichmasse möglichst gleiche Ausdehnungsverhältnisse haben muſs, wie das Eisen, das damit geschützt werden soll. Ist das Ausdehnungsmaſs verschieden, insbesondere für die Anstrichmasse geringer als bei Eisen, so muſs der Anstrich bei den Veränderungen, die das Eisen bei verschiedenen Wärmegraden erfährt, rissig werden, so daſs sich für die Erzeugung von Rost Angriffspunkte zeigen, von denen aus sich das Rosten unter der Schutzschicht fortsetzt. Es ist danach anzunehmen, daſs ein Cementanstrich keinen dauernden Schutz gewähren kann, wenn die Eisenteile veränderlichen Wärmegraden ausgesetzt sind.

Auſser entsprechender Ausdehnungsfähigkeit muſs die Anstrichmasse groſse Kohäsion und Adhäsionskraft besitzen und überdies möglichst widerstandsfähig gegen chemische Einflüsse sein. Da die ersteren Eigenschaften durch Leinölfirnis vermittelt werden, so wird eine Anstrichmasse um so besser sein, je aufnahmefähiger sie für Leinölfirnis ist. Von den Anstrichmassen haben kieselsaures Zinkoxyd, Bleimennige und Eisenglimmer annähernd gleiche Ausdehnungsfähigkeit

[1]) *Pr. Z.* 1887, 35, 244.

Digitized by Google

wie Eisen. Zum Grundiren dient häufig Bleimennige, die aber dann, wenn Schwefelverbindungen in Gasform auftreten, nicht angewendet werden kann. Gleichwertig mit Bleimennige sind nach *E. Simon* fette Eisenmennige mit 97 *Pct.* Eisenoxyd und feinschuppiger Eisenglimmer, die eine 8- bis 10mal gröfsere Deckkraft als Bleimennige haben.

Eine elastische Anstrichmasse ist auf der Saline Georgenhall bei Hannover für eiserne, über der Siedepfanne liegende Träger angewendet worden. Diese wird auf das sauber gereinigte, angewärmte Eisen warm aufgetragen und ist nach fünfjährigem Gebrauche der Pfannen noch völlig elastisch geblieben. Sie ist jedoch leicht feuerfangend und entwickelt beim Erhitzen leicht entzündliche Gase. Lieferant ist die Gummi-Baumaterialienfabrik von *Schliemann u. Co.* in Linden-Hannover.

Mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, die der Schutz gegen Verrosten beim Salinenbetriebe bietet, wird man gern jedem anderen preiswerten Material, wo es angängig ist, den Vorzug geben, insbesondere aber überall, wo es angängig ist, Holz oder Steinmaterial verwenden.

In Stafsfurt hat man seiner Zeit zu Pumpenröhren als Schläucher zum Ansaugen salziger Schachtwasser Guttapercha benutzt [1]).

Auch Zink, Kupfer und Messing wird man zweckmäfsig durch Anstrich vor der Einwirkung des Salzes und der Feuchtigkeit schützen. Kleineren Teilen, z. B. verzinkten Eisenbeschlägen, Messinghähnen, kann man durch Aluminiumbronze, die mit Lack (z. B. Damaralack) angerührt wird, einen gut haftenden und gefällig aussehenden Überzug geben, der verhindert, dafs unter der Einwirkung von Feuchtigkeit und Salz das Zink unansehnlich, grau und weifs und Kupfer oder Messing grün werden.

III. Die Verarbeitung der Kalium- und Magnesiumsalze und der Mutterlaugen.

1. Die Verarbeitung der Kaliumsalze [2]).

Von den der weiteren Verarbeitung unterworfenen, also nicht als Rohsalz abgesetzten kaliumhaltigen Salzen ist der Carnallit das wichtigste. Er dient in erster Linie zur Gewinnung von Chlorkalium und chlorkaliumhaltigen Düngesalzen. Aus den bei der Verarbeitung auf Chlorkalium abfallenden Endlaugen gewinnt man Brom als wertvolles Produkt, aufserdem auch Chlormagnesium. Rückstände, die reich an schwefelsaurem Magnesium sind, werden entweder unmittelbar oder, nachdem sie auf Kieserit verarbeitet worden sind, in Blöcken

[1]) *Pr. Z.* 1855, 3, 364.
[2]) *F. Pfeiffer, Handbuch der Kaliindustrie*, 1887.

Digitized by Google

(Kieseritsteine) als Versatzmaterial in die Grubenräume zurückbefördert. Abgangslaugen, die Kochsalz und Chlormagnesium führen, fliefsen frei ab und gelangen in die Flüsse. Aufser Carnallit dient auch Sylvinit und Hartsalz zur Gewinnung von Chlorkalium.

Verarbeitung von Carnallit[1]).

Der Rohcarnallit im Gemenge mit anderen Salzen, insbesondere Steinsalz, enthält durchschnittlich 16 *Pzt.* Chlorkalium, selten kommt 19 *pzt.* Carnallit zur Verarbeitung; die Grenzen sind im allgemeinen 14 und 18 *Pzt.* 16 *Pzt.* Chlorkalium entsprechen einem Carnallitgehalte im Rohsalze von 60 *Pzt.*

Die Zusammensetzung des Rohsalzes ist etwa folgende:

Chorkalium	15,7 *Pzt.*	Chlorcalcium	0,3 *Pzt.*
Chlornatrium	2,15 „	Schwefelsaures Magnesium .	13,0 „
Chlormagnesium	21,1 „	Unlösliches	2,0 „
Brommagnesium	0,2 „	Krystallwasser	26,2 „

Ein Teil der Schwefelsäure wird auch an Kalium und Calcium gebunden sein.

Dies entspräche etwa 58,4 *Pzt.* Carnallit, 21,5 *Pzt.* Steinsalz, 15 *Pzt.* Kieserit, 1,5 *Pzt.* Tachhydrit, 1,6 *Pzt.* Bischofit, 2 *Pzt.* Anhydrit, Thon, Borazit, Sand, Eisenglimmer.

Das Verfahren gründet sich auf die verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse der Salze in kaltem und warmem Wasser und bei bestimmter Mischung mit anderen Salzen. Der Carnallit zerfällt in Berührung mit Wasser in Chlorkalium, das sich in sehr feinen Krystallen abscheidet, und Chlormagnesium, das in Lösung geht. Infolge der durch das Auflösen hervorgerufenen Temperaturerniedrigung bleibt nur wenig Chlorkalium in Lösung. Bei der Erwärmung der Lösung steigt die Aufnahmefähigkeit für Chlorkalium bedeutend, bei der dann folgenden Abkühlung scheidet sich der Überschufs an Chlorkalium in grofsen Krystallen ab. Dies geschieht so lange, als die Menge des Chlormagnesiums in der Lösung die des gelösten Chlorkaliums nicht mindestens um das dreifache oder darüber übertrifft. Bei diesem letzteren Verhältnis scheidet sich Chlorkalium mit Chlormagnesium zusammen als Carnallit ab. Dieser ist in konzentrirter Chlormagnesiumlauge bei niedriger Temperatur sehr wenig löslich. Kochsalz löst sich in kalter Chlormagnesiumlösung stärker als Chlorkalium, die Löslichkeit steigt beim Erwärmen weit weniger, als die des Chlorkaliums und da die Anwesenheit von Chlorkalium die Löslichkeit des Chlornatriums vermindert (s. S. 84 u. f.), so wird bei bestimmten Mengenverhältnissen die gelöste Menge Chlornatrium in kalter und warmer Lösung annähernd gleich sein.

Kieserit ist erst beim Übergang in Bittersalz löslich. Dieser Übergang vollzieht sich leichter bei Wärme, wird aber bei Gegenwart von

[1]) *Pfeiffer* a. a. O. S. 127. *Muspratt, Techn. Chem.* 1892, **4**, 1033.

Digitized by Google

Chlormagnesium verhindert und zwar auch bei der Erwärmung um so mehr, je konzentrirter die Chlormagnesiumlösung ist.

Tachhydrit und Polyhalit werden zersetzt, indem sich schwefelsaures Calcium bildet und niederschlägt. Die übrigen Beimengungen (Anhydrit, Borazit, Thon, Eisenglimmer) bleiben beim Auflösen des Rohsalzes in den festen oder schlammigen Rückständen unverändert.

Das Verfahren ist folgendes.

Auflösen des Rohsalzes.

Das Fördergut, in dem sich Stücke von über Centnerschwere befinden, wird zunächst in Steinbrechern (s. S. 440) zerkleinert, die eine Aufgabe bis zu 40000 *kg* in der Stunde zulassen. Das Klare fällt durch einen aus Eisenstäben zusammengesetzten beweglichen Rost sofort in eine Bucht, wohin auch das durch den Steinbrecher bis etwa zu Faustgröfse zerkleinerte Stücksalz gelangt. Zum Ausstürzen des Fördergutes dienen Kreiselwipper, die durch Friktionsrollen maschinell in selbstthätige Bewegung gesetzt werden (s. S. 448). Aus der Bucht führen Becherwerke das zerkleinerte Stücksalz mehreren Glockenmühlen (Quetschmühlen) (Fig. 96, S. 449) zu, wo es etwa bis zur Bohnengröfse vermahlen wird. Das Mahlgut wird dann durch Becherwerke den Lösekesseln zugeführt.

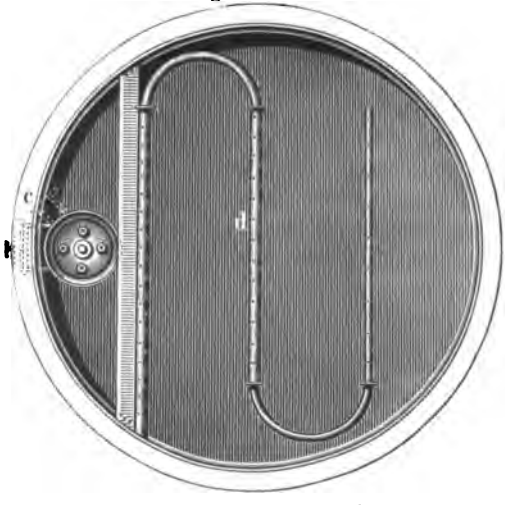
Die Lösekessel sind gewöhnlich cylindrische, 2 bis 3 *m* hohe, $1^1/_2$ bis 2 *m* weite, unten konisch zulaufende, aus Schweifseisenblech gefertigte Gefäfse, die im Inneren einen Siebboden und im konischen Teile eine Ablafs- und eine Mannlochöffnung haben, durch die die Lösung und der Rückstand aus dem Kessel entfernt werden können. Durch den oben den Kessel abschliefsenden Deckel führt eine gufseiserne Leitung für die zum Auflösen der Rohsalze benutzten, aus dem Prozesse herrührenden Mutterlaugen und die bei den späteren Stadien der Verarbeitung abgehenden Deck- (Wasch-) laugen. Ferner führt durch den Deckel eine Dampfleitung, die den zum Kochen der Lösung erforderlichen Dampf zuleitet. Die Dampfleitung endigt am Boden des Gefäfses in kreuzweise stehenden, horizontalen Armen oder auch in eine horizontale, in mehreren Windungen gelegte, durchlöcherte Röhre. Ferner ist Wasserleitung zur Hand, um mittels Schlauch durch die obere, mit Mannlochdeckel verschliefsbare Arbeitsöffnung Wasser zum Ausspülen des Rückstandes einspritzen zu können. Durch die obere Arbeitsöffnung wird auch das zur Auflösung bestimmte Mahlsalz beschickt. Statt eines trichterförmigen Abschlusses hat man den Lösekesseln auch einseitig geneigte Böden, statt eines horizontalen Siebbodens auch einen geneigten Siebboden gegeben. Konstruktionen dieser Art sind durch die Fig. 332 bis 334 veranschaulicht. Bei dem Kessel Fig. 332 und Fig. 333 (nach *B. Schultze*) ist sowohl der Boden als auch der Siebboden *e* nach einer Seite geneigt. An der tiefsten Stelle des Bodens befindet sich ein sackartiger Ansatz von Gufseisen mit dem Mannloche *f*,

Digitized by Google

der Ableitungsröhre *c* für die Lösung und dem unteren Verschlufskegel *g*, der mittels einer Schraube unten fest angezogen, zum Öffnen aber mit der über die Rolle *a* laufenden Kette gehoben werden kann, wobei auch die Verschlufsplatte *b* mit gehoben wird. Unter dem Siebboden liegt die Dampfschlange *d*. Die Sieblöcher sind etwa 1 *cm* weit und stehen 2 bis 3 *cm* von einander ab. Bei der Kesselform Fig. 334 (nach *Lindemann u. Co.*), liegt der Siebboden *e* wagerecht, der Kesselboden *g* ist stärker geneigt. In der Mitte des Siebbodens ist eine zweiteilige Fallthür *bb'* angebracht, deren Flügel in Charnieren beweglich und mit Ketten an einem in Charnieren beweglichen Bügel *a* angehängt sind. Ein eiserner Stab *h* hält die Bügel in aufrechter Stellung, wenn die Fallthürflügel geschlossen sind. Er ist durch eine zwischen den Thürflügeln befindliche Öffnung hindurchgesteckt, stützt sich unten auf den Boden und wird mit den beiden am oberen Ende angebrachten Stiften auf den Bügel *a* aufgeschoben. Hat

Fig. 332.

Fig. 333.

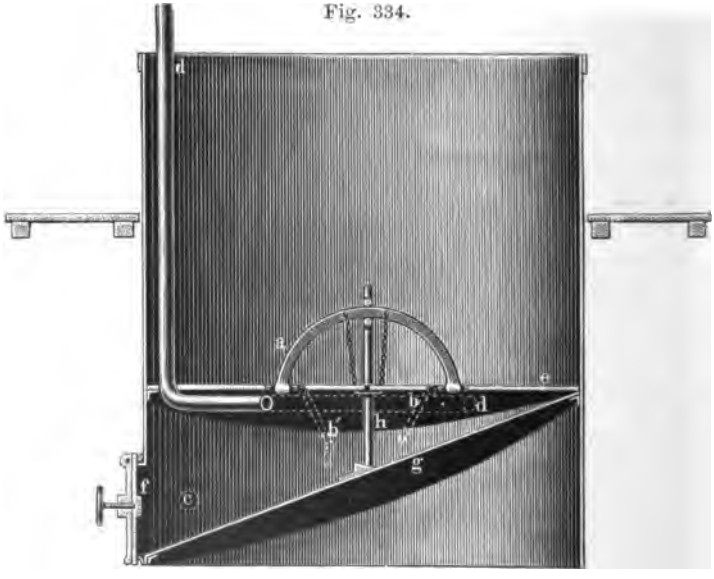


Digitized by Google

man die fertige Lauge durch die Röhre *c* abgelassen, so öffnet man das Mannloch *f* und schlägt von da aus den Stab *h* zur Seite, worauf der Bügel *a* umschlägt und die Fallthürflügel sich öffnen. Die Rückstände fallen dann auf den Boden *g* und dem Mannloche *f* zu, wo sie ausgeräumt werden. Unter dem Siebboden liegt die Dampfschlange *d*.

Die Lösekessel werden zunächst etwa ein Drittel bis zur Hälfte mit Löselauge gefüllt, die heifs zufliefst und mit Dampf zum Kochen gebracht wird, dann kommt das Mahlgut in die heifse Lauge. Durch Einführung von Dampf wird nun die Mischung im Kochen erhalten. Eine möglichst hohe Temperatur ist erforderlich, um das Chlorkalium, das sich von dem Chlormagnesium des Carnallits in heifser Lösung scheidet, möglichst völlig in Lösung zu bringen. Es werden deshalb

Fig. 334.



alle Öffnungen des Lösekessels geschlossen und man arbeitet mit $^1/_2$ Atmosphäre Überdruck. Ein im Verschlufsdeckel angebrachtes tellerförmiges Sicherheitsventil regelt den Überdruck.

Aus dem Rohsalz löst sich hierbei vorzugsweise der Carnallit, weniger der schwerer lösliche Kieserit und das Steinsalz.

Abklären der Lauge.

Ist die Lösung genügend vollzogen, so läfst man zunächst die trübe Lauge ab, darauf den Rückstand, der durch einen Wasserstrahl völlig aus dem Kessel ausgespült wird. Um Lösung und Rückstand zunächst aufzunehmen, sind unter den Lösekesseln schmiedeeiserne, etwa $^3/_4$ *m* hohe Kasten aufgestellt, die seitlich unter einem Siebboden

Digitized by Google

eine Ausflufsöffnung haben, durch die die Lauge in ein Gerinne gelangt, das sie in Klärkasten führt. Auch die Spüllauge und die von den Rückständen abtropfende Lauge gelangt auf demselben Wege zu den Klärkasten.

Der Rückstand enthält dann nur etwa 1,5 *Pzt.* Chlorkalium und wird, wie oben erwähnt, entweder sogleich in die leeren Grubenräume als Versatzmaterial gebracht oder zuvor auf Kieserit verarbeitet, der sich zu regelmäfsigen und sehr fest werdenden Versatzsteinen formen läfst. Zu diesem Zwecke wird der Rückstand mit kaltem Wasser überbraust, wodurch sich Chlornatrium löst. In Absatzkasten scheidet sich der Kieseritschlamm ($MgSO_4 . H_2O$) von der Chlornatriumlösung. Letztere fliefst durch Klärkasten und geklärt mit etwa 10 *Pzt.* Chlornatrium in den Flufslauf ab. Der Kieseritschlamm wird in schwach konische, schmiedeeiserne Formen gestrichen, die umgestürzt werden. Die Kuchen erhärten sehr bald und man erhält auf diese Weise etwa 25 *kg* schwere Blöcke oder Steine zum Versatz.

Die aus den Lösekesseln abgelassene trübe Lauge enthält etwa 10 *Pzt.* Chlorkalium, das ist von den gelösten festen Bestandteilen gegen 33 *Pzt.* Chlorkalium. Die Zusammensetzung wechselt je nach der Beschaffenheit der verarbeiteten Rohsalze, wie die Analysen 1. und 2. nach *Th. Becker* [1]), 3. und 4. nach *E. Pfeiffer* [2]) zeigen.

	1.	2.	3.	4.	
Chlorkalium	9,65	10,24	9,96	12,28	*Pzt.*
Chlornatrium	6,89	6,22	2,48	4,97	„
Chlormagnesium	14,62	15,73	19,67	17,93	„
Schwefelsaures Magnesium . . .	4,11	3,74	4,26	2,28	„
Wasser	64,73	64,07	63,63	62,54	„

Sie zeigt etwa 32 bis 33° *B.* Um die Lauge von den Lösekesseln nach den Klärkasten zu führen, benutzt man halbrunde Gefluter aus Eisenblech. Die Klärkasten sind rechteckig und aus zusammengenietetem Eisenblech gefertigt. Zur Erhaltung der Wärme sind sie mit Holz umkleidet. Die Warmhaltung der Lauge ist erforderlich, da sich bei der Abkühlung Chlorkalium abscheiden würde.

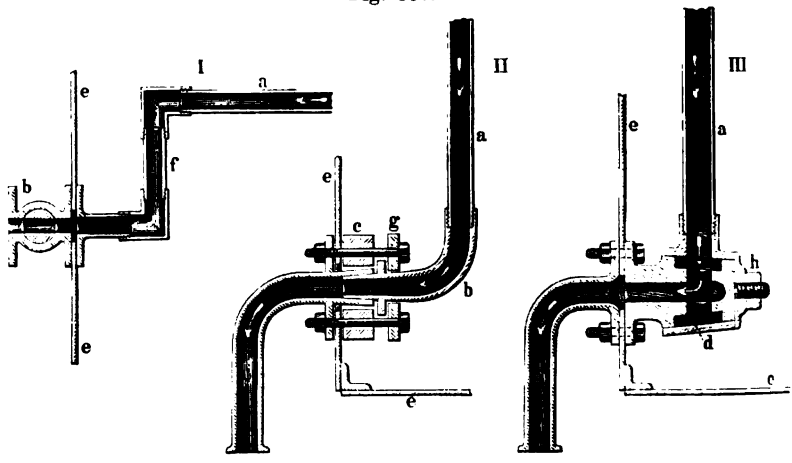
Um die zunächst im oberen Niveau sich klärende Lösung abziehen zu können, benutzt man gufseiserne Senkheber. Diese haben einen in einer Stopfbüchse beweglichen, mit Knie versehenen Schenkel, der nach oben gedreht wird, so lange die Lauge sich klären soll, und nach unten unter den Flüssigkeitsspiegel getaucht wird, wenn sie abfliefsen soll. Derartige Senkheber zeigen die Fig. 335 I, II und III (a. f. S), bei denen *c* die Kastenwand ist und *a* der bewegliche Schenkel des Hebers. Die Form I hat bei *f* ein Schraubenstück, das die Bewegung des Hebearmes *a* ermöglicht, zum völligen Abschlufs bei etwaigen Undichtig-

[1]) *Frank*, Stafsfurter Kaliindustrie, Amtl. Ber. S. 9.
[2]) *Pfeiffer*, Handb. d. Kaliindustrie 1887, S. 168.

Digitized by Google

keiten dient der Hahn *b*. Die Form II hat bei *b* ein Kniestück, das sich in der Stopfbüchse *cg* bewegt. Bei der Form III ist die Senkröhre *a* um ein Küken drehbar und wird durch die Scheibe *h* mit

Fig. 335.



Schraubenmutter festgehalten. Das Küken hat ringsum eine Rinne *d*, so daſs die Flüssigkeit bei jeder Lage der Senkröhre durchtreten kann.

Krystallisiren des Chlorkaliums.

Die Klärung dauert eine bis zwei Stunden. Die geklärte Lösung fliefst dann in flache Krystallisirkasten, wo sie vier bis fünf Tage ruhig steht, abkühlt und Chlorkalium ausscheidet.

Die Krystallisirkasten bestehen aus Schweifseisenblech, das durch einen Anstrich vor dem Rosten geschützt wird. Sie sind 80 bis 90 *cm* hoch und fassen etwa 12 *cbm* Lauge, doch werden auch kleinere Kasten angewendet. Der Boden ist horizontal oder nach einer Seite um etwa 10 *cm* geneigt. An der tiefsten Stelle kann die Lauge abgelassen werden. Beim Erkalten der Lösung krystallisirt ein Salz aus, das etwa 60 *Pzt.* Chlorkalium enthält. Am klarsten und reichsten sind die scharf ausgebildeten Krystalle, die sich an den Wandungen der Kasten absetzen und dort festhaften, sie haben 60 bis 70 *Pzt.* Chlorkalium, weniger scharf und rein ist das sich auf dem Boden des Gefäfses ablagernde Salz mit etwa 50 bis 60 *Pzt.* Chlorkalium.

Es ist deshalb zweckmäfsig, die Kasten nicht zu flach zu machen.

Man mufs den Verlauf der Krystallisation genau beobachten und rechtzeitig, bevor auch Magnesiumsalze sich auszuscheiden beginnen, die Lauge ablassen. Zu diesem Zwecke sind im Boden der Krystallisirkasten Stutzen angebracht, die mit einem eingeschliffenen Konus aus Gufseisen verschlossen gehalten werden. Die Lauge fliefst in Gerinnen,

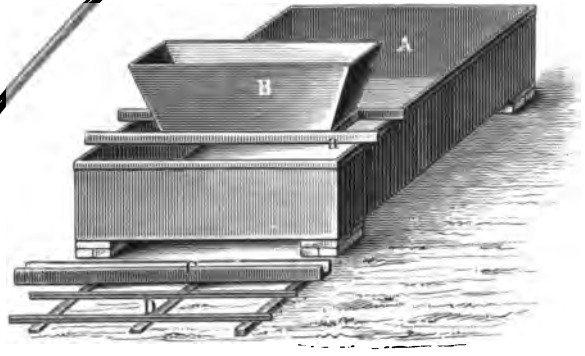
Digitized by Google

die im Boden des Krystallisirraumes eingelassen sind, einer Sammelstelle zu. Sie hat beim Ablassen etwa 20 bis 25° und wird von der Sammelstelle aus weiterer Bearbeitung unterworfen.

Die Salzkrystalle werden von den Wandungen der Krystallisirgefäfse abgestofsen, der ganze Salzabsatz an die höchste Stelle des geneigten Bodens der Kasten geräumt, wo er einige Zeit zum Abtropfen liegen bleibt, oder man schlägt das Salz mit Siebschaufeln (Fig. 336) in Abtropfkasten *B* (Fig. 337), die über dem Krystallisirkasten *A*, auf einem Rahmen *a* ruhend, aufgestellt sind. Das Salz wird dann in Wagen weggefahren und einem Reinigungsverfahren unterworfen.

Fig. 336.

Fig. 337.



Aus einem 12 *cbm* fassenden Krystallisirkasten, der mit 11 *cbm* Lösung beschickt worden ist, gewinnt man etwa 1 *cbm* Salz, während 10 *cbm* Lauge verbleiben. Das gewonnene Salz besteht aus

64 bis 69 *Pzt.* Chlorkalium,
28 „ 22 „ Chlornatrium,
7,5 „ 8,5 „ Chlormagnesium,
0,5 „ schwefelsaurem Magnesium und Calcium.

Decken des Chlorkaliums.

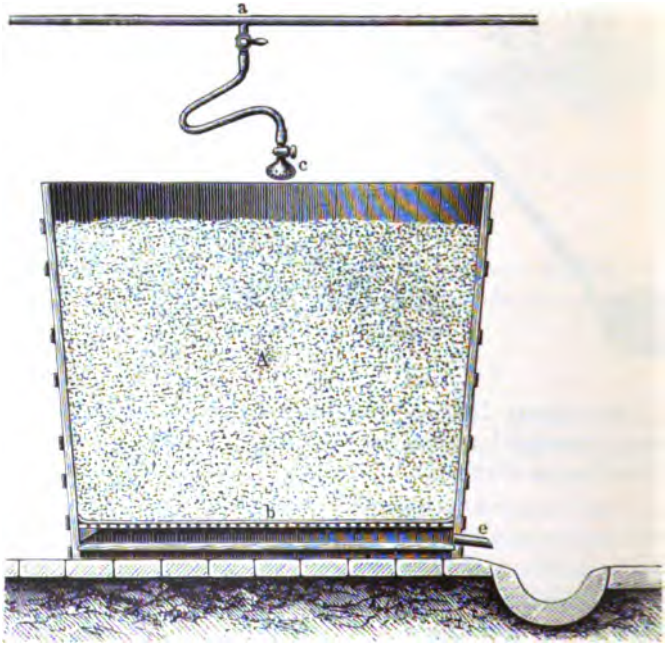
Die Reinigung des Chlorkaliums von den darin enthaltenen Salzen geschieht durch Auswaschen. Dazu benutzte man früher eine gesättigte Chlorkaliumlauge, die für Chlornatrium und Chlormagnesium aufnahmefähig ist und dabei Chlorkalium zum Teil ausscheidet. Jetzt nimmt man gewöhnlich zum Auswaschen (Decken) Wasser, jedoch zunächst das bereits einmal benutzte Wasser (Decklauge) und dann erst zum Nachwaschen reines Wasser. Chlorkalium ist in kaltem Wasser schwer löslich, die Auflösung der leichter löslichen Salze erzeugt zudem eine Temperaturerniedrigung, so dafs nur wenig Chlorkalium in Lösung geht.

Die wiederholt benutzte Decklauge wird dann zum Auflösen der Rohsalze von neuem benutzt, so dafs das darin enthaltene Chlorkalium

Digitized by Google

nicht verloren geht. Man benutzt zum Decken tonnenförmige oder cylindrische Bottiche von Holz oder von Eisen (Fig. 338), 2 *m* weit, 2 *m* hoch, die über dem Boden einen Siebboden *b* haben, der mit Sackstoff belegt wird. Die mittels der Brause *c* übergegossene Waschlauge läuft bei *e* ab. Ein bis zwei Stunden bleibt das Salz von der Decklauge etwa 8 *cm* hoch überdeckt stehen. Auch wendet man schmiedeeiserne, cylindrische Gefäfse mit durchlochtem, gewölbtem Boden an, die in andere Gefäfse, die die Decklauge enthalten, mittels Laufkrähnen eingesenkt und herausgehoben werden können. Solche Gefäfse haben z. B. 1,9 *m* Durchmesser und 1,5 *m* Höhe. Diese Einrichtung hat den Vor-

Fig. 338.



zug, dafs man das auszuwaschende Chlornatrium zunächst in alte, bereits angereicherte Decklauge und nach und nach von Gefäfs zu Gefäfs in frischere Decklauge und zuletzt in frisches Wasser bringen kann. In das letzte der in einer Reihe stehenden Gefäfse fliefst beständig frisches Wasser zu, und da alle Gefäfse mit einander in Verbindung stehen, reichert sich das Wasser von Gefäfs zu Gefäfs an, während das in den beweglichen Gefäfsen enthaltene Salz von Gefäfs zu Gefäfs dem frischen Wasserstrome entgegengeführt wird. Zuletzt wird das Waschgefäfs mittels des Krahnes aufgehoben und zur weiteren Behandlung des Salzes ausgestürzt. Die Deckgefäfse werden zweckmäfsig mittels Becherwerken mit dem zu waschenden Salz gefüllt.

Digitized by Google

Nach dem Waschen enthält es 70 bis 98 *Pzt.* Chlorkalium. Ein einmal I und ein zweimal II gedecktes Salz hatte folgende Zusammensetzung:

	I	II
Chlorkalium	84,30 *Pzt.*	98,58 *Pzt.*
Chlornatrium	12,98 „	0,22 „
Chlormagnesium	0,19 „	0,07 „
Schwefelsaures Magnesium	0,10 „	0,12 „
Schwefelsaures Calcium . .	0,22 „	0,24 „
Unlösliches	0,23 „	0,31 „
Wasser	1,98 „	0,46 „

Die vom Decken des ersten Chlorkaliums herrührenden Laugen enthielten:

	I	II	III	IV
	Abspritzen	Decken	Abspritzen	Decken
	mit Lauge		mit Wasser	
Chlorkalium	4,56	6,27	7,64	9,99
Chlornatrium	5,59	11,09	14,91	16,65
Chlormagnesium . . .	19,15	11,98	6,61	3,15

Trocknen des Chlorkaliums.

Das aus den Deckbehältern ausgestürzte Chlorkalium gelangt in Sammelräume, wo es genügend ablecken kann, so dafs es etwa noch 7 bis 9 *Pzt.* Wasser enthält, und wird dann getrocknet. Dazu verwendet man jetzt gewöhnlich *Thelen*sche Trockenapparate (Fig. 339 und Fig. 340, a. f. S.) (*D. R.-P.* Kl. 62, Nr. 10336 vom 27. Nov. 1879). Dies sind Hohlpfannen *A* aus Gufseisen. Die drei Pfannenteile $a'\,a''\,a'''$ sind mit einander verschraubt. An den beiden Enden sind sie durch die Giebelplatten *b* geschlossen. An der Welle *B*, die durch die Strebestangen *c* versteift ist, hängen zwei Reihen Krätzer *d*, die gegen einander versetzt und derartig abgeschrägt sind, dafs sie bei der hin- und hergehenden Bewegung der Welle *B*, was mittels des Kurbelzapfens *g* und der Lenkstange *m* geschieht, das Salz allmählich von dem einen Ende der Pfanne über den Boden weg zum anderen befördern. An dem Ende befindet sich eine hohle Schaufel *e* (Fig. 340 u. 341), die das Salz durch die Austrageöffnung *f* befördert, wo es in eine Lutte fällt, von der aus es sogleich in Säcke gefüllt und verpackt werden kann. Jede Krätzerreihe hängt an einer besonderen Führungsstange *i*. Die Pfanne ruht auf den Mauersteinpfeilern *l*, sie wird von der Feuerung *D* aus geheizt. Die Feuergase streichen unter der ganzen Pfanne frei durch und entweichen im Fuchs *n* zur Esse. Eine Pfanne von 6 bis 7 *m* Länge und 2 *m* Breite reicht aus, um in 24 Stunden 150000 *kg* Chlorkalium zu trocknen. Das Salz bleibt dabei 10 bis 15 Minuten unter beständiger Bewegung auf der Trockenfläche. Die Feuerung liegt an dem Ende der Pfanne, wo sich die Austragestelle befindet, so dafs das

Digitized by Google

Salz mit zunehmender Trockne den heifseren Teilen der Pfanne zugeführt wird, wodurch verhütet wird, dafs das Salz zusammenbackt.

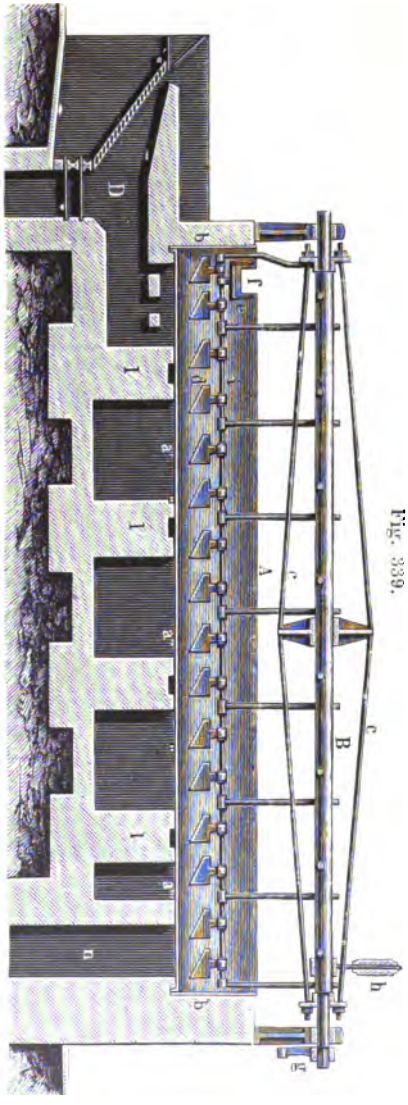


Fig. 339.

Statt der *Thelen*schen Apparate wendet man auch Kalziniröfen (Flammöfen) an, die früher besonders in Gebrauch standen und auch zu anderen Zwecken verwendet werden (s. S. 976). Auch die bei der Salpeterindustrie gebräuchlichen mit Dampf geheizten Darrplatten (Fig. 342. Mafsstab 1 : 50) werden angewendet. Ein an der senkrechten Welle *l* angebrachtes Rührwerk trägt an dem Rahmen *t* auf der einen Seite Kratzen *a*, auf der anderen eine Verteilungswalze *b* und den Abstreicher *c*, der bei der Beendigung des Trocknens in der Führung *s* mittels des Hebels *e* herabgelassen wird. Die Welle ruht in einem durch die Haube *d* geschützten Spurlager, sie wird mittels des Kegelgetriebes *k* von der Riemenscheibe *u* aus bewegt. Die Darrplatte *h* ruht auf dem Steinsockel *i*. Sie besteht aus zwei zusammengeschraubten Gufsplatten, zwischen denen ein freier Raum für den Heizdampf bleibt, der bei *m* eintritt. Bei *n* ist ein Abblaseventil für das Kondensationswasser angebracht. An dem Cylindermantel *v* ist ein Schieber angebracht, der geöffnet wird, wenn der Abstreicher das Salz an den äufseren Rand bringt, so dafs es durch eine kurze Rinne gleich in den darunter gehaltenen Sack fällt. Statt Gufseisen benutzt man auch Schmiedeeisenblech für die Dörrplatte angewendet.

Die Beschickung beträgt für einen derartigen Darrapparat von $2^1/_2$ *m* Durchmesser 60 *kg*. In 24 Stunden können 2000 bis 2500

Digitized by Google

Chlorkalium getrocknet werden. Die Leistung kann bei gut abgetropftem Chlorkalium und bei Verwendung von Schmiedeeisen bis 4800 *kg* betragen.

Das feucht aufgebrachte Chlorkalium giebt Anlafs zur Bildung von Krusten, die von Zeit zu Zeit mit dem Meifsel entfernt werden

Fig. 340.

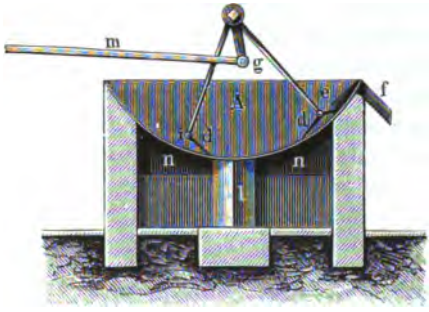
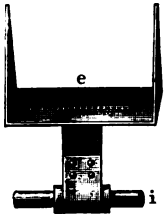
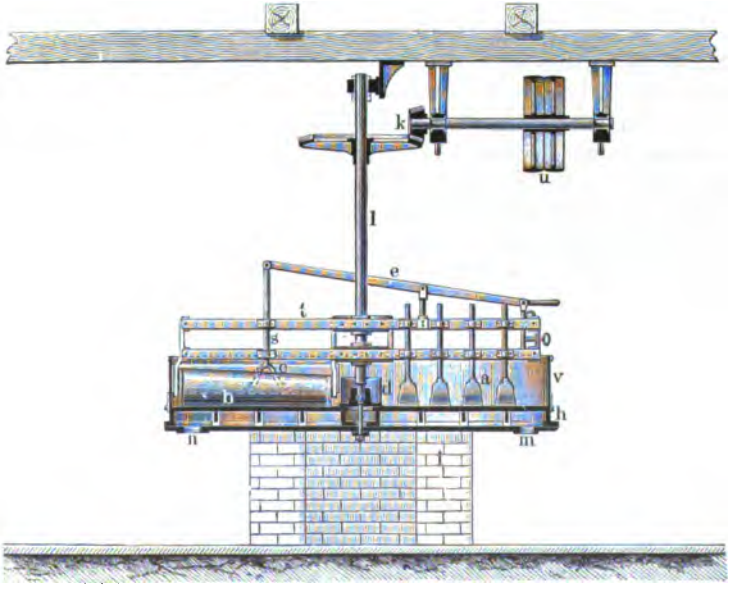


Fig. 341.



müssen und geringwertiger sind als das übrige. Diese Dörrknorpel werden als Düngesalz verwertet.

Fig. 342.



Ein Darrapparat dieser Art kostet etwa 1875 *Mk.* Eine automatische Schabeeinrichtung hat die Firma *G. Sauerbrey* in Stafsfurt angebracht (*D. R.-P.* Nr. 24080 vom 13. Oktober 1882 [1]).

[1]) *P. J.* 1884, **252**, 72.

Digitized by Google

Verpackung und Verladung.

Das fertige Chlorkalium wird in der Regel sogleich in Jutesäcke verpackt, die 90 oder 100 *kg* fassen; die für die Ausfuhr nach Amerika bestimmten fassen 101,6 *kg*. Eine kurze Lagerung in Magazinen empfiehlt sich, damit nicht eine nachträgliche Feuchtigkeitsaufnahme das bereits verpackte Salz in den Säcken äufserlich feucht erscheinen läfst. Von dem fertigen Produkte werden Proben genommen, wobei man sich, um Proben aus geschlossenen Säcken nehmen zu können, eines nadelartigen spitzen Probestechers bedient, der im mittleren Teile eine Nute hat, die sich beim Drehen mit Salz in genügender Menge zur Probe füllt. Aus den einzelnen Proben wird eine Durchschnittsprobe über die ganze Lieferungsmenge gefertigt.

Die Anlage der Chlorkaliumfabrik ist in der Regel so, dafs die Krystallisirkasten, die den meisten Raum beanspruchen, zu ebener Erde liegen.

Die Löse- und Klärgefäfse liegen erhöht, die Sturzeinrichtung für das Rohsalz noch höher, so dafs für das Salz und die Lauge von der Aussturzvorrichtung an bis zu den Krystallisirkasten und den Sammelbehältern für die aus den Krystallisirkasten abfliefsende Lauge keine Hebung des verarbeiteten und gewonnenen Stoffes nötig ist. Zu den ebenfalls zu ebener Erde stehenden Wasch- und Deckgefäfsen wird das Chlorkalium mittels Becherwerkes gehoben und aus den Deckgefäfsen wieder auf ein höheres Niveau gebracht, so dafs es von da ohne weitere Hebung den zu ebener Erde stehenden Trockenapparaten zufällt und von diesen in die Magazine. Die Magazine liegen dann auch zu ebener Erde. Für die Verladung ist dann immer noch ein Transport nach aufwärts zu den Eisenbahnwagen nötig, wenn das Bahnterrain nicht tiefer als der Magazinboden liegt.

In der Chlorkaliumfabrik des kgl. Salzbergwerkes zu Stafsfurt hat man zur Verladung der Salzsäcke aus dem Lagerraume in die auf dem höheren Bahnterrain stehenden Eisenbahnwagen eine aus *Gall*scher Gelenkkette bestehende, schräg ansteigende Sackbahn eingerichtet, auf der die Säcke einzeln aus dem Packraume auf die 5 *m* höhere Verladebühne befördert werden [1]). Dieser Sackelevator hat Mitnehmer für die einzelnen Säcke. Die mit der Sackkarre angefahrenen Salzsäcke werden auf einem in der Sohle des Verpackungsraumes verankerten Balken abgesetzt. Die Mitnehmer des Elevators haben eine Aussparung für den Balken. Sie heben den auf beiden Seiten über den Balken vorstehenden Sack ab und tragen ihn schräg aufwärts bis zu einer Verladerutsche, wo der Sack von selbst in den Verladeraum gleitet. Beim Aufheben und Befördern mittels des Elevators werden die Säcke auf beiden Seiten durch glatt gehobelte Bretterwände geführt. Der Elevator hat eine

[1]) *Pr. Z.* 1897, 45, B. 244.

Digitized by Google

Geschwindigkeit von 1,8 *m* in der Sekunde. Der auf die Rutsche abgesetzte Sack erhält dadurch genügende Beschleunigung, so dafs er von dem heruntergehenden Mitnehmer nicht mehr gefafst wird. Damit die Säcke von der Verlademannschaft gleichmäfsig auf dem Balken abgesetzt werden, ist auf diesem, etwa $^1/_2$ *m* vom Elevator ab, eine Anschlagleiste für die Sackkarrenräder befestigt.

In sieben Minuten werden 100 Säcke verladen.

Bei diesem Verfahren der Chlorkaliumgewinnung erhält man folgende Nebenprodukte, die Verwendung oder weitere Verarbeitung finden: Löserückstände, Schlämme der Löselauge, Mutterlauge aus den Krystallisirkasten, Decklauge vom Waschen des Chlorkaliums.

Verarbeitung der Lauge aus den Krystallisirgefäfsen.

Die Lauge der Krystallisirgefäfse (erste Mutterlauge) wird zunächst eingedampft und zum Teil zum Lösen des Rohcarnallits wieder verwendet. Der übrige Teil wird zur weiteren Chlorkaliumgewinnung einer zweiten Gruppe von Krystallisirkasten zugeführt, die ähnlich wie die ersteren gebaut, jedoch etwas gröfser sind und 16 *cbm* fassen.

Vor dem Eindampfen haben die Laugen etwa folgende Zusammensetzung:

Chlorkalium	4,50 *Prt.*,
Chlornatrium	3,20 „
Chlormagnesium	22,80 „
Schwefelsaures Magnesium	2,15 „
Wasser	67,35 „

Die Schwere ist 32^0 *B.* = 1,279 *spf. Gew.* 1 *cbm* Mutterlauge enthält danach 57,55 *kg* Chlorkalium.

Zum Eindampfen der Lauge bedient man sich geschlossener Flammrohrkessel als Vorverdampfer und cylindrischer Vakuumkessel als Fertigverdampfer.

Die Mutterlauge wird durch geeignete Plungerpumpen in höher stehende Reservoire befördert, von wo sie den Verdampfern zufliefsen kann. Man benutzt zweckmäfsig den Abdampf der Verdampfer zum Vorwärmen der Mutterlauge und bedient sich dann dazu cylindrischer Kessel mit einem Röhrensystem, das vom Dampf umspült wird.

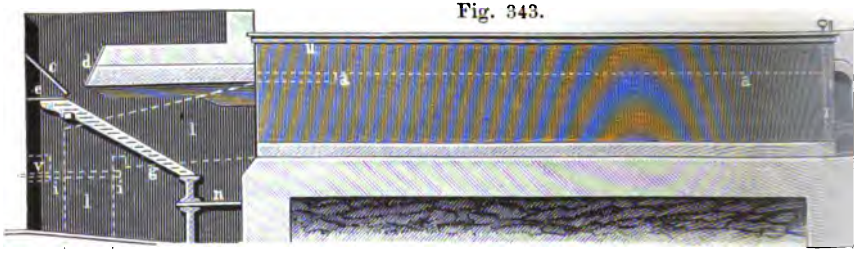
Statt der geschlossenen Verdampfkessel bedient man sich auch offener Pfannen und zwar wendet man, da gewöhnliche Pfannen, wie beim Kochsalzsieden, lästige Salzaufbrennungen auf dem Pfannenboden ergeben, Koffer- oder Sattelpfannen (Fig. 343 u. 344, a. f. S.) an oder Pfannen mit Flammrohren (Fig. 345) (s. auch S. 819), damit das Salz von den Flächen, die zunächst von den heifsen Feuergasen getroffen werden, abrutschen und sich an den nicht unmittelbar geheizten tieferen Stellen der Pfannen ansammeln kann. Die Feuergase streichen dann zunächst in der Mitte unter dem Sattelboden oder durch das mittlere Flammrohr *a* hin und kehren in den Seitenzügen oder Seitenflamm-

Digitized by Google

rohren *b* zurück. Die Senkheber *s* dienen zum Abziehen der Mutterlauge. Der Stutzen *t* dient zum Ablassen des Salzschlammes. Er wird durch einen mit Zugstange *z* versehenen Konus geschlossen. An beiden Enden des Kessels sind Winkeleisen *r* befestigt, an die Ankerzugstangen angreifen, mit denen das Mauerwerk zusammengehalten wird.

Bei geschlossenen Verdampfkesseln wird die Mutterlauge aus den Vorverdampfern durch Montejus, sonst durch Plungerpumpen den Fertigverdampfern zugeführt, wo die Verdampfung durch ein Vakuum

Fig. 343.



von etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Atmosphäre beschleunigt und eine lebhafte Wallung der Flüssigkeit verursacht wird, so dafs sich ausscheidendes Salz nicht leicht an den Heizflächen festbacken kann.

Die Fertigverdampfer (von *Wüstenhagen u. Co.* in Hecklingen, *D. R.-P.* Nr. 14015 vom 1. Mai 1880) werden mit Dampf von 4 *Atm.* Spannung geheizt; sie sind so eingerichtet, dafs in der unteren Hälfte des cylindrischen, liegenden Kessels eine Gruppe kupferner Heizröhren liegt, die an beiden Enden in dort angeschlossene Dampfbehälter ein-

Fig. 344.

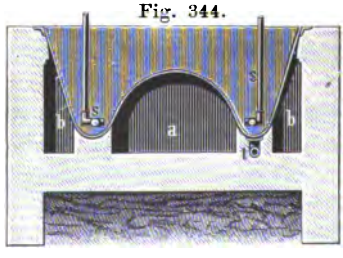


Fig. 345.

münden. Diese treten auf beiden Seiten als eine mäfsige Verlängerung der unteren Kesselhälfte hervor.

Eine nasse Luftpumpe mit Wassereinspritzung erzeugt das erforderliche Vakuum. Das gewärmte Wasser kann zur Lösung verwendet werden. Durch einen an der Kopfwand angebrachten Schlitz kann man den Verlauf der Verdampfung im Innern des Kessels beobachten.

Die Mutterlauge wird von 31,5 bis auf 36° *B.* (= 1,325 *spf. G.*) angereichert. Der Siedepunkt liegt bei 123° *C.* Das Volumen ist dadurch um etwa $^1/_3$ vermindert.

Digitized by Google

Von den Verdampfern fließt die Lauge einer zweiten Gruppe von Krystallisirgefäßen zu, in denen die Lauge drei bis vier Tage abkühlt. Dabei scheidet sich künstlicher Carnallit ab. Aus einer Füllung von 15 *cbm* Lauge erhält man etwa 2 *cbm* Salz und 13 *cbm* Lauge. Der künstliche Carnallit wird in reinem vorgewärmtem Wasser in cylindrischen Lösekesseln ohne Siebboden aufgelöst und mit Dampf gekocht. Bei der Klärung erhält man noch etwas Schlamm. Die Löselauge wird dann einer dritten Gruppe von Krystallisirkasten zugeführt, wo sich Salz mit 70 *Pzt.* Chlorkalium absetzt. Dieses Salz wird in derselben Weise gewaschen (gedeckt), wie das Salz der ersten Krystallisirgefäße und ebenso (z. B. im *Thelen*schen Apparate) getrocknet. Das Produkt dieser dritten Krystallisation enthält 90 bis 98 *Pzt.* Chlorkalium. Die Decklauge dient mit zum Lösen des Rohcarnallits.

An Nebenprodukten bei dieser Verarbeitung erhält man zweite Mutterlauge aus den Krystallisirkasten. Diese wird auf Brom verarbeitet. Ferner erhält man Schlamm von der Lösung des künstlichen Carnallits. Er wird kalzinirt und gemahlen und dann als Düngesalz verwendet oder in die Grubenräume zum Versatz befördert (s. S. 976). Die Lauge von den dritten Krystallisirgefäßen wird eingedampft und mit der aus den ersten Krystallisirkasten abgehenden Mutterlauge vereinigt und wie diese teils zum Lösen des Rohsalzes verwendet, teils weiter verarbeitet.

Bühnensalz.

In den Verdampfern zum Eindampfen der ersten und dritten Mutterlauge setzt sich etwas Salz ab, etwa 5 bis 10 *Pzt.* des verdampften Laugengewichtes. Dies wurde früher während des Verdampfens mit Siebschaufeln auf Bühnen mit Lochboden, die über den Verdampfern aufgestellt waren, zum Abtropfen ausgeschlagen und hat deshalb die Bezeichnung Bühnensalz erhalten. Ein Teil des Chlorkaliums würde in dem Bühnensalz verloren gehen, wenn man es nicht wieder zu gewinnen suchte. Das Kalium ist zum Teil als schwefelsaures Kalium-Magnesium in dem Salze enthalten. Nach den Analysen berechnet man für Mutterlauge und Bühnensalz folgende Zusammensetzung:

	Bis 36° *B.* eingedampfte Mutterlauge	Bühnensalz
Chlorkalium	5,08	6,8 *Pzt.*,
Chlornatrium	0,35	66,0 „
Chlormagnesium	28,48	10,0 „
Schwefelsaures Magnesium . .	3,04	7,2 „
Wasser	63,05	10,0 „

Man beläßt jetzt das während der Verdampfung sich ausscheidende Salz in den Kesseln oder Pfannen, wo es sich bei dem Klären vor dem Ablassen der Lauge als Schlamm am Boden sammelt. Man rührt diesen

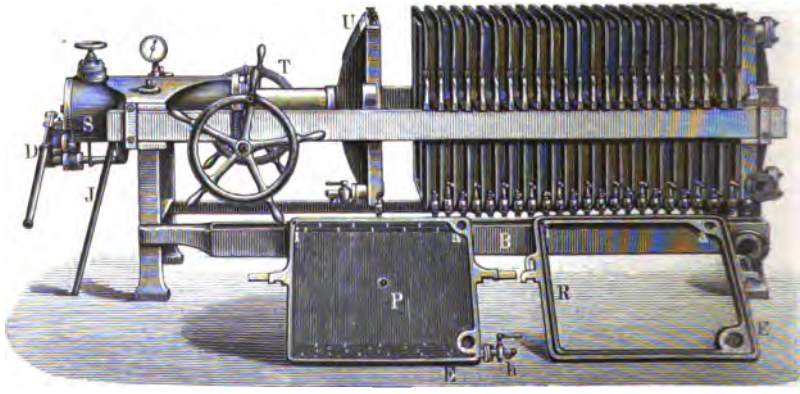
Digitized by Google

dann mit dem zum Ausspülen der Pfanne benutzten Wasser in einem Kasten um, wobei ihm ein Teil des Kaliums entzogen wird. Die Spüllauge wird als Löselauge mit verwendet. Viele Versuche, das Bühnensalz zweckmäfsig zu verarbeiten, schwefelsaures Kalium und Chlornatrium zu gewinnen, hatten keinen günstigen Erfolg. Man kalzinirt das Bühnensalz, versuchte zeitweise es als Badesalz zu verwenden, verwertet es jetzt aber hauptsächlich als Düngemittel.

Verarbeitung des Löseschlammes.

Bei der Klärung der trüben Lösung des Rohcarnallits bleibt Schlamm in den Klärkasten zurück. Dieser besteht hauptsächlich aus Kieserit und geringen Mengen Anhydrit, Thon, Borazit, Gyps und fein auskrystallisirten Salzen, darunter besonders Chlornatrium, Chlormagnesium sowie etwa 5 *Pzt.* Chlorkalium in Lösung. Der Schlamm

Fig. 346.



wird zunächst mit etwas warmer Mutterlauge (Löselauge) gedeckt, die zum Ausspülen des Schlammes aus dem Klärkasten dient. Es hat diesen Zweck, zu verhüten, dafs das im Schlamme enthaltene Chlorkalium infolge der Abkühlung krystallisirt. Um den Schlamm von der Flüssigkeit zu trennen, benutzt man am besten Filterpressen. Diese Filterpressen (z. B. von *Schütz* und *Hertel* in Wurzen) (Fig. 346) bestehen aus einer Reihe von gufseisernen Rahmen *R*, die mit gerieften vollen Platten *P* abwechseln und zu etwa 24 Stück hinter einander in einem Rahmen geführt werden. Die Platten werden mit kräftigen Tüchern aus Drell oder Jute überspannt. Rahmen und Platten sind an drei Stellen bei *E*, *a* und *i* durchbohrt. Diese Durchbohrungen bilden bei der Aufreihung zusammenhängende Röhren, von denen *E* (untere Öffnung) zur Zuführung des Löseschlammes dient und durch feine, seitliche Öffnungen mit dem Inneren der durch die Rahmen und Platten gebildeten Kammern in Verbindung steht. *a* dient zur Zuführung der

Digitized by Google

Auslaugeflüssigkeit, *i* für die Abführung der Luft, beide stehen mit der Plattenriefung in Verbindung. An den Platten *P* befinden sich unten Hähne *h*, die den Zweck haben, die durch die Schlammmasse und durch das Filtertuch gepreſste Lauge in eine Sammelrinne abfließen zu lassen.

Die Presse wird zunächst durch das Handrad *T* geschlossen, wobei das mittels Zahnstange vorgeschobene Kopfstück *U* gegen die Filterreihe gedrückt wird. Zum festeren Anpressen, damit Rahmen und Platten dicht an einander liegen und keine Flüssigkeit durchtreten lassen, dient der hydraulische Verschluſs *S*, der mittels einer kleinen Handpumpe *D* betrieben wird. Durch den Stab *J* läſst sich der Hebelarm noch verlängern.

Die Presse wird nun durch die Röhre *E* von einem höher gelegenen Sammelkasten aus mit der Schlammflüssigkeit gefüllt, was so oft und lange wiederholt wird, bis die einzelnen Kammern mit Schlamm gefüllt sind; die Lauge tritt dann durch die Filtertücher und fließt durch die Hähne *h* in die Rinne *B* ab. Dann wird der Zulauf bei *E* geschlossen und von der oberen Röhre *a* her Mutterlauge von den ersten und dritten Krystallisirkasten zugeführt.

Zur Hebung der Mutterlauge wie der Schlammflüssigkeit dienen gewöhnlich liegende oder stehende Plungerpumpen.

Die Mutterlauge ist auf 60 bis 80° *C.* vorgewärmt und wird von der einen Seite hinter dem Filtertuche her durch die Schlammkuchenmasse mit mäſsigem Drucke hindurchgeführt und sammelt sich hinter dem anderen Filtertuche, um dann durch die Hähne *h* abzufließen. Man läſst die Auswaschlauge auch wohl zunächst nicht durch die Hähne *h*, sondern bei geschlossenen Hähnen zunächst durch eine vor den Hähnen durchlaufende Sammelröhre in einen Gegendruckapparat ausfließen, bei dem durch eine Druckfeder der freie Ausfluſs gehemmt ist. Es ist dies zweckmässig, damit sich die Auswaschlauge in dem ungleichmäſsig dichten Schlammkuchen nicht bestimmte Wege aussucht und dann das Auswaschen unvollständig bleibt.

Wasser oder Dampf kann man zum Aussüſsen nicht verwenden, da diese auch die übrigen Salze, besonders Kieserit, auflösen würden, während die Mutterlauge für die übrigen Salze gesättigt ist, aber noch Chlorkalium aufnehmen kann. Die Pressen sind gewöhnlich 70 *cm* hoch und breit, die einzelnen Schlammkuchen sind 9 *cm* stark. Bei 23,5 *qm* Filterfläche in 24 Kammern liefert die Presse etwa 1 *cbm* festen Rückstand von 1500 *kg* Gewicht.

Nach dem Auswaschen wird die Schluſsplatte zurückgedreht und die Kuchen werden nach der Reihe aus den abzurückenden Rahmen herausgenommen und in untergeschobene Förderwagen zur Fortschaffung gebracht.

Statt den Schlamm in den Filterpressen mit Mutterlauge auszuwaschen, verfährt man auch so, daſs man nur den vorher mit warmer Mutterlauge aus den Klärkasten gespülten Schlamm in die Filter bringt

Digitized by Google

und nach dem Ablaufen die Schlammkuchen nochmals mit Mutterlauge behandelt. Dies geschieht in cylindrischen Gefäfsen aus Eisenblech, die etwa die Gröfse der zum Decken des Chlorkaliums angewendeten Kessel haben. Ein darin angebrachtes Rührwerk verhindert, dafs sich der Schlamm zu Boden setzt. 6000 bis 7000 *kg* Schlamm werden auf diese Weise mit 4 *cbm* Mutterlauge $^1/_2$ bis 1 Stunde behandelt. Dann kommt die Schlammflüssigkeit nochmals in die Filterpresse und man erhält Schlamm in Kuchenform mit höchstens 4 *Pct.* Chlorkalium. Der Schlamm enthält dann etwa 12 bis 15 *Pct.* Wasser, entsprechend 20 bis 25 *Pct.* Lauge. Die Schlammmasse hat sich danach in dem Verhältnis wie 10 zu 7 vermindert. Sie wandert zum Versatz in die Grubenräume, ein Teil wird zu Düngesalz kalzinirt. In gleicher Weise wird mit dem Schlamm von der Lösung des in den zweiten Krystallisirgefäfsen gewonnenen künstlichen Carnallits verfahren.

10000 *kg* Rohsalz geben durchschnittlich 500 bis 700 *kg* Prefskuchen, jedoch ist die Menge je nach der Beschaffenheit des Rohsalzes sehr verschieden. Eine Filterpresse läfst sich bei einer Schlammpumpe mit einer Leistung von 150 *Liter* in der Minute in einem Zeitraume von 24 Stunden etwa 11 mal füllen. Der Preis einer Presse ist je nach der Einrichtung 2200 bis 3000 *Mk.*

Statt der Filterpressen benutzte man früher sogenannte Nutschapparate, in denen mittels einer Luftpumpe die Lauge durch ein Filter abgesogen wurde [1]).

Zum Kalziniren des Schlammes dienen runde Flammöfen, von denen jeder täglich etwa 6000 *kg* Schlamm zu kalziniren vermag. Das Produkt wird auf Glockenmühlen gemahlen und dann gesiebt.

Verarbeitung von Sylvinit und Hartsalz.

Werden aufser Carnallit auch Sylvinit und Hartsalz gewonnen, so werden diese zunächst getrennt vom Carnallit behandelt und in der eigenen Mutterlauge aufgelöst. Die trübe Lauge wird für sich wie die Carnallitlösung geklärt. Sie enthält viel Kieserit. Der Rückstand macht etwa 75 *Pct.* des Rohsalzes aus und enthält noch $1^1/_2$ bis 2 *Pct.* Chlorkalium.

Das in den Sylvinitkrystallisirkasten gewonnene Chlorkalium wird mit dem vom Carnallit gewonnenen zusammen weiter behandelt. Die Mutterlauge dient zum Lösen des Rohsalzes. Ein Teil wird eingedampft. Dabei scheidet sich ein Salzgemisch aus, das hauptsächlich Chlorkalium, Chlornatrium und schwefelsaures Magnesium enthält. Dieses wird aufgelöst, in Krystallisirgefäfse gebracht und daraus schwefelsaures Kaliummagnesium gewonnen. Die Mutterlauge aus den Krystallisirgefäfsen wird eingedampft, mit Bittersalz vermischt und

[1]) *Pfeiffer*, Handb. d. Kaliindustrie, S. 161.

Digitized by Google

zur Gewinnung neuer Mengen von schwefelsaurem Kaliummagnesium in Krystallisirgefäfse gebracht.

Die früher in Kalusz betriebene Chlorkaliumgewinnung aus Sylvin ist infolge zu geringen Gehaltes der Rohsalze an Chlorkalium im Jahre 1875 aufgegeben worden. Die dortigen sylvinitischen Salze enthielten nur noch etwa 25 *Pzt.* Chlorkalium, 25 *Pzt.* Chlornatrium und 50 *Pzt.* Thon und Anhydrit. Das Verfahren der Gewinnung ist von *Pfeiffer*[1]) beschrieben.

Über die Zusammensetzung der verschiedenen Produkte bei der Chlorkaliumgewinnung giebt *Frank*[2]) nach den Untersuchungen von *Becker* folgende Zusammenstellung:

	Chlorkalium	Chlormagnesium	Chlornatrium	Schwefelsaures Magnesium	Schwefelsaures Calcium	Wasser	Unlösliches
Rohsalz	16	21	21,4	13	1,2	25,3	2,1
Lauge vom Lösekessel, 32° *B.*	9,65	14,62	6,89	4,11	0,08	64,65	—
Löserückstände	3,1	3,0	54,1	29,1	4,8	5,6	3,0
Salz von der ersten Krystallisation	61,85	2,58	26,28	0,80	0,24	8,25	—
Lauge von der ersten Krystallisation	4,89	17,58	4,83	3,66	—	—	—
Für die zweite Krystallisation eingedampfte Lauge, 32° *B.*	6,92	20,58	3,67	5,34	—	—	—
Bühnensalz, Rückstand vom Eindampfen	3,66	6,33	67,08	1,70	—	—	—
Salz von der zweiten Krystallisation	49,56	4,50	30,47	2,71	—	—	—
Lauge von der zweiten Krystallisation	3,28	22,83	2,07	4,16	—	—	—
Für die dritte Krystallisation eingedampfte Lauge, 36° *B.*	5,08	28,48	0,35	3,04	—	—	—
Rückstand vom Eindampfen	11,36	4,41	56,10	12,24	—	—	—
Salz von der dritten Krystallisation	22,58	26,62	16,52	0,84	—	—	—
Letzte nicht mehr siedewürdige Lauge	0,61	31,32	—	3,17	—	—	—

[1]) *Pfeiffer* a. a. O., S. 260.

[2]) Stafsfurter Kaliindustrie, amtl. Ber. von *Hofmann*, S. 359.

Digitized by Google

Endlauge.

Die von der Verarbeitung des künstlichen Carnallits bei den zweiten Krystallisirgefäfsen ablaufende Mutterlauge hat z. B. folgende Zusammensetzung:

	I. 35,5° *B.* = 1,319 *spf. Gew.*	II. 35° *B.* = 1,313 *spf. Gew.*
Chlorkalium	1,25 *Pzt.*,	1,20 *Pzt.*,
Chlornatrium	0,95 „	1,20 „
Chlormagnesium	29,50 „	28,05 „
Brommagnesium	0,30 „	0,31 „
Schwefelsaures Magnesium	2,22 „	3,10 „
Wasser	65,78 „	66,14 „
1 *cbm* Lauge enthält Chlorkalium	16,5 *kg*	15,75 *kg*

Man nutzt sie jetzt zum Teil zur Bromgewinnung, zum Teil wird sie bis auf 41 bis 42° *B.* = 1,388 bis 1,401 *spf. Gew.* eingedampft und festes Chlormagnesium daraus gewonnen.

Gewinnung von Chlormagnesium [1]).

Man dampft die Lauge in einer Pfanne (z. B. Sattelpfanne, siehe S. 971) ein und läfst sie etwa eine Stunde bei abgestelltem Feuer zur Klärung stehen. Die klare Lauge wird in Krystallisirkasten abgezogen, als Rückstand bleibt ein Salzgemisch von Chlornatrium und schwefelsaurem Magnesium mit Chlormagnesiumlauge durchtränkt. In den Krystallisirkasten scheidet sich das Chlormagnesium in strahligen Nadeln ab, die fast den ganzen Kasten ausfüllen. Nur wenig Lauge bleibt zurück. Das Salz wird losgebrochen und in Fässer verpackt, die Zwischenräume werden mit Chlormagnesiumlauge von 42° *B.* ausgegossen, die beim Erkalten zu festem Chlormagnesium erstarrt, das nun den ganzen Faſsraum ausfüllt. Es ist dies das krystallisirte Chlormagnesium $MgCl_2 + 6H_2O$ mit 45,74 *Pzt.*

Ein Fabrikat mit etwas weniger Wasser wird als geschmolzenes Chlormagnesium bezeichnet und auf die Weise gewonnen, daſs das in Stücken aus den Krystallisirkasten gewonnene krystallisirte Salz in Kalziniröfen, wie sie für Düngesalze gebraucht werden, einige Zeit im eigenen Krystallwasser geschmolzen wird, wobei man vermeiden muſs, das Abdampfen so weit fortzusetzen, daſs sich Chlormagnesium zersetzt. Nach dem Erkalten entsteht eine mehr gleichartige Masse ohne das strahlige krystallinische Gefüge.

Dieses geschmolzene Chlormagnesium erhält man auch durch stärkeres Eindampfen in den Verdampfpfannen bis 44 und 45° *B.* (= 1,428 bis 1,442 *spf. Gew.*). Die Lauge wird dann gleich in die bereit ge-

[1]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 305. *Muspratt* 1894, 5, 1045.

Digitized by Google

stellten Petroleumfässer gefüllt, worin sie völlig erstarrt und dann kein strahliges Gefüge mehr zeigt.

Auch läfst man die Lauge in konisch geformte Kübel fliefsen, die nach dem Erstarren der Masse umgestürzt werden, so dafs man dann keine Verpackung braucht. Die Blöcke müssen in verdeckten Wagen versandt werden, damit sie nicht nafs werden.

Eine weitere Entwässerung des Chlormagnesiums geschieht mittels Vakuum (*D. R.-P.* Nr. 32338) der Kaliwerke Aschersleben.

Verwendet wird das Chlormagnesium vorzugsweise bei Bohrungen auf Kaliumsalze und in der Textilindustrie (zum Schlichten der Fäden baumwollener Gespinnste, Karbonisiren der Wolle u. a.[1]), im übrigen noch zu zahlreichen Zwecken in beschränktem Umfange. Die Verwendungsmengen sind weit geringer, als die in den Endlaugen vorhandenen Mengen Chlormagnesium. Aus 30000 bis 35000 *kg* Rohsalz fallen etwa 10000 *kg* krystallisirtes Chlormagnesium ab.

Gewinnung von Brom[2]).

Die Endlauge, von 10000 *kg* Rohsalz etwa 5 bis 7 *cbm*, enthält 0,25 bis 0,29 *Pzt.* Brom, als Brommagnesium 0,287 bis 0,323 *Pzt.*, im Kubikmeter 3,5 *kg* Brom.

Die Gewinnung des Broms geschah früher mit Chlor, in neuerer Zeit wendet man ein elektrolytisches Verfahren an. Bei der Gewinnung mittels Chlor brachte man die bis zu etwa 60° vorgewärmte Lauge in einen sorgfältig gedichteten und verschlossenen Kasten aus Sandstein- oder Granitplatten mit einem doppelten Boden. Auf dem durchlöcherten Zwischenboden von säurefestem Material war vorher Braunstein eingefüllt. Nach dem Verschliefsen liefs man durch ein eingeführtes Rohr Schwefelsäure von 60° *B.* zulaufen. Das sich entwickelnde Chlor verdrängt das Brom aus seiner Verbindung. Durch eingeleiteten Dampf wird das Brom aus der Flüssigkeit bei 60 bis 75° ausgetrieben, es destillirt durch ein Bleirohr, das zu einer Thonkühlschlange führt, in eine *Woulff*sche Flasche über, wo es sich als dunkelbraune Flüssigkeit am Boden absetzt, während sich darüber rotbraun gefärbtes Wasser mit einem Gehalte von Chlorbrom ansammelt, das mittels eines vorher eingesetzten und saugend erhaltenen, zunächst jedoch mit Quetschhahn geschlossenen Hebers abgesaugt wird. Die Destillation mufs rechtzeitig unterbrochen werden, da sonst viel Chlorgas und auch Salzsäuregas mit überdestillirt.

An Stelle dieses intermittirenden Betriebes, wobei die Steinkasten immer wieder entleert und zur Behandlung eines folgenden Teiles vor-

---

[1]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 310. *N. Caro*, Darstellung von Chlor und Salzsäure, S. 60. Berlin 1893.

[2]) *E. Pfeiffer*, a. a. O., S. 318. *Muspratt*, a. a. O., 1888, 1, 2004.

Digitized by Google

bereitet werden mufsten, was umständlich und bei der für die Gesundheit nachteiligen Wirkung der Bromdämpfe unbequem war, hat man ein kontinuirliches Verfahren eingerichtet [z. B. *D. R.-P.* Nr. 2251, *Frank*[1]) u. a.].

Dabei wird die Chlorentwickelung mittels Salzsäure in einem besonderen Gefäfse ausgeführt und das Chlorgas in die erwärmte Endlauge eingeleitet. Die Lauge durchläuft mehrere terrassenförmig über einander gestellte Steinkasten, die durch Rohrverbindungen kommuniziren. Im untersten Kasten ist dann die Lauge genügend von Brom befreit und wird durch eine siphonartige Röhre abgeleitet. In das unterste Gefäfs wird Dampf, in das nächst höhere Chlorgas eingeleitet. Der Dampf treibt das in dem untersten Gefäfse noch enthaltene Chlorgas in die Flüssigkeit des nächst höheren Gefäfses, von diesem treten Chlor- und Bromdämpfe in das nächst höhere und so fort. Erst von dem höchsten Gefäfse aus wird Brom unter Kühlung in eine Vorlage gebracht. Das in den Zwischengefäfsen nicht völlig verbrauchte Chlor und Chlorbrom wird beim Eintritt in die frische Endlauge des höchsten Gefäfses fast völlig absorbirt, indem bei dem Überschusse von Brommagnesium Chlor an die Stelle des Broms tritt und dieses frei macht. Man erhält auf diese Weise ein sehr reines Destillat.

Ähnlich ist das Ergebnis bei dem elektrolytischen Verfahren, wobei die besondere Chlorgasentwickelung wegfällt. Durch die Elektrolyse wird das Brom frei und wird dann aus der Lauge durch Wasserdampf ausgetrieben und abdestillirt. Da dabei auch Chlorsalze zersetzt werden, so erhält man es nicht völlig frei von Chlor. Im Rohbrom sind je nach der Art des Verfahrens noch etwa 0,3 bis 0,4 oder mehr *Prozent* Chlor vorhanden, während ein Höchstgehalt von nur 0,3 *Pzt.* zugesichert wird.

Man reinigt das Brom durch eine Eisenbromürlösung, die man aus dem gewonnenen Brom und Eisendrehspänen herstellt. Läfst man das flüssige Brom durch diese Lösung hindurchlaufen, so bindet sich das Chlor an das Eisen und macht Brom frei. Das auf diese Weise gereinigte Brom enthält nur noch 0,05 bis 0,1 *Pzt.* Chlor. Statt Bromeisen kann man auch Bromkalium verwenden.

Der zeitweilig sehr niedrig gewesene Preis des Broms steht jetzt auf etwa 3 *Mk.* 50 *Pf.* für 1 *kg*. Die Herstellungskosten betragen 90 *Pf* bis 1 *Mk.* 60 *Pf.*

Ein Teil des Broms wird auch als Bromeisen (Eisenbromürbromid), Fe_3Br_8, in den Handel gebracht, das meist zur Herstellung von Bromkalium Verwendung findet. Die braunrote Lösung wird eingedickt und in flache Eisenblechkasten gegossen, wo das Produkt zu einer dunkelbraunen krystallinischen Masse erstarrt. Aus den Kasten wird es ausgestochen und in kleinen Fässern verpackt.

---

[1]) *Wagners* Jahresber. 1878, S. 408.

Digitized by Google

Kieserit [1]).

Beim Auflösen des Rohsalzes für die Chlorkaliumgewinnung bleibt in den Löserückständen vorzugsweise Kieserit zurück. Dieser wird erst löslich, wenn er in Bittersalz übergeht. Der Übergang vollzieht sich in kaltem Wasser sehr langsam, wobei der Kieserit durch eine Zwischenstufe hindurchgeht. Beim Kochen des Rohsalzes verhindert die Gegenwart des Chlormagnesiums seine Lösung. Lagern die ausgewaschenen Rückstände längere Zeit, so verändert sich der Kieserit bei der in den Rückständen enthaltenen Feuchtigkeit und geht in lösliches schwefelsaures Magnesium über. Man gewinnt ihn deshalb zweckmäfsig aus den frischen Löserückständen, aus den sich die feinen, gerundeten, aber schweren Körner des Kieserits von den sonstigen unlöslichen Teilen durch ein mit Absieben verbundenes Schlämmverfahren aussondern lassen. Beim Überbrausen mit Wasser löst sich das in den Rückständen enthaltene Chlornatrium. Die Schlämmflüssigkeit läfst man in Absatzkasten laufen, in denen sich der Kieserit absetzt, während die darüber stehende Chlornatriumlösung, die etwa 10 *Prt.* Chlornatrium enthält, in das offene Gewässer abfliefst. Der Kieserit wird alsbald aus den Kasten herausgenommen, was nötig ist, da er sich beim Erhärten ausdehnt und die Gefäfse zersprengen würde. Er wird in rechteckige, auch wohl runde, oben und unten offene eiserne oder hölzerne, sich nach oben etwas erweiternde Rahmen eingestrichen, in denen die breiige Masse in etwa 15 Minuten erhärtet. Da hierbei, ähnlich wie beim Gyps, Wasser aufgenommen wird, so wird Wärme frei, wodurch die Erhärtung begünstigt wird. Im Winter ist es gut, das Formen in geschützten Räumen vorzunehmen, damit sich die Erhärtung nicht zu lange verzögert. Die Blöcke werden durch Umstürzen aus den Rahmen genommen und sind nach weiteren 15 Minuten fertig zum Transport. Nach einigen Tagen sind sie steinhart. An der Oberfläche nehmen sie jedoch nach und nach Wasser auf, so dafs sie dort bröcklig werden und allmählich in Bittersalz übergehen. Dieser Blockkieserit in Stücken von 15 bis 25 *kg* dient an Ort und Stelle als Versatzmaterial in den Salzbergwerken oder wird zur Erzeugung von Bittersalz, schwefelsaurem Kalium und zu einigen anderen Zwecken verwendet.

Durch Kalziniren, was in Flammöfen geschieht, nimmt der Kieserit, der dabei seines Wassergehaltes gröfstenteils beraubt wird, die leichte Löslichkeit des Bittersalzes an. Vor dem Kalziniren wird er gemahlen.

Die Zusammensetzung je zweier Sorten von frischem (I) und kalzinirtem Kieserit (II) ist z. B. folgende:

---

[1]) *E. Pfeiffer*, a. a. O., S. 266. *Muspratt* 1894, 5, 1068.

Digitized by Google

	I		II		
	a	b	a	b	
Schwefelsaures Magnesium	60,20	58,0	81,5	77,8	*Prt.*
Chlornatrium	1,55	2,1	2,1	2,7	„
Unlösliche Teile (besonders Anhydrit)	10,63	13,5	14,4	17,0	„
Wasser	27,62	26,4	2,0	2,5	„

An Blockkieserit gewinnt man aus 10000 *kg* Rohsalz etwa 1000 *kg*.

Bittersalz [1]).

Zur Gewinnung von Bittersalz aus Kieserit wird dieser in Flammöfen kalzinirt. Bei mehr als 160° verliert der Kieserit das Krystallwasser und läfst sich dann leicht lösen. Auch kann man den an der Luft etwas verwitterten Kieserit ohne weitere Vorbereitung mittels Dampf lösen. Am einfachsten wird er in der von der Bittersalzgewinnung abfallenden Mutterlauge gelöst.

Zum Auflösen bedient man sich ähnlicher Lösekessel wie bei der Chlorkaliumgewinnung, in denen Dampf eingeleitet wird. Sie sind mit Rührwerk versehen. Die Lauge steht dann ab, wird im Kessel oder in besonderen Zwischengefäfsen vom Schlamm möglichst befreit und in Krystallisirkasten geleitet. Dort sondern sich in drei bis vier Tagen unter allmählicher Abkühlung die Bittersalzkrystalle dünn säulenförmig in einer 20 bis 30 *cm* starken Schicht am Boden ab.

Bei kalter Lösung benutzt man zum Eindampfen Flammrohrpfannen, wie sie früher beschrieben sind (s. S. 971). Zuweilen vermeidet man auch die Anwendung eiserner Krystallisirkasten, wenn das Bittersalz zu Appreturzwecken dienen und jeder Eisengehalt ausgeschlossen sein soll. Man hat dann eiserne oder hölzerne, mit Walzblei ausgeschlagene Kasten angewendet.

Das aus den Krystallisirkasten ausgeschlagene Bittersalz wird in Centrifugen oder auf warmen, z. B. durch Dampfröhren geheizten Trockenböden getrocknet. Wird es in 5 bis 6 *cm* starker Schicht auf Trockentischen ausgebreitet, so genügt eine Temperatur von 35 bis 45°, um es in Zeit von vier bis sechs Stunden völlig zu trocknen.

Auf 100 *kg* Bittersalz werden etwa 125 bis 130 *kg* Kieserit verbraucht.

Die Mutterlauge wird zum Lösen weiterer Mengen Kieserit verwendet.

Glaubersalz [2]).

Die Löserückstände und gewisse, an Kieserit reiche Partieen der Salzlagermasse eignen sich zur Gewinnung von Glaubersalz nach der

[1]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 272. *Muspratt* 1894, 5, 1069.
[2]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 284. *Muspratt* 1896, 6, 848.

Digitized by Google

Erfahrung, dafs sich schwefelsaures Magnesium mit Chlornatrium in Lösung bei Frosttemperatur in Glaubersalz und Chrommagnesium umsetzen.

Die Zusammensetzung dieses Rohmaterials ist z. B.:

	Löserückstand	Kieseritsalz
Chlornatrium	44 bis 55	55,14 *Pzt.*
Chlorkalium	3 „ 5	3,33 „
Schwefelsaures Magnesium	25 „ 30	23,59 „
Chlormagnesium	3 „ 4	6,12 „
Unlösliches und Gyps . .	7 „ 9	0,09 „
Wasser	7 „ 10	11,73 „

100 *Tle.* schwefelsaures Magnesium erfordern zur Umsetzung 97,43 *Tle.* Chlornatrium. Ein Überschufs an letzterem begünstigt die Abscheidung von Glaubersalz, während schon ein geringer Gehalt an freiem Chlormagnesium die Abscheidung beeinträchtigt, deshalb sucht man die frischen Rückstände zunächst durch Abspülen möglichst von Chlormagnesium zu befreien.

Man löst die Salze in Holzbottichen mit durchlochtem Zwischenboden, auf den das Lösegut zu liegen kommt. Zur Lösung verwendet man vorgewärmtes Wasser, so dafs eine Temperatur von etwa 33° erhalten bleibt. Die bis zu 31 bis 33° *B.* (1,268 bis 1,29 *spf. Gew.*) angereicherte Lauge läfst man zunächst in Klärkasten, dann in Krystallisirkasten laufen. Aus 1 *cbm* (1620 bis 1650 *kg*) Löserückstand erhält man 5 *cbm* Lauge. Die Abscheidung des Glaubersalzes geschieht im Winter bei Frost und in der Nacht in flachen, hölzernen Pfannen von 500 bis 1000 *qm* Fläche und 21 *cm* Bordhöhe, die aus Bohlen nach Art der Soolschiffe und Soolbassins zusammengesetzt und am besten erhöht aufgestellt sind. In diesen Kühlschiffen steht die Lauge etwa 15 *cm* hoch und kühlt sich in Frostnächten sehr schnell ab. Aus 1 *cbm* Lösung scheidet sich etwa 150 bis 180 *kg* Glaubersalz ab. Die chlormagnesiumhaltige Lauge wird früh morgens abgezogen, bevor sie Gelegenheit gehabt hat, sich zu erwärmen. Sie hat dann nur etwa 27° *B.* = 1,205 bis 1,225 *spf. Gew.* mit 5 bis 7 *Pzt.* schwefelsaurem Magnesium.

Dem Glaubersalz haften noch 3 bis 9 *Pzt.* Mutterlauge an, die die Salze des Lösegutes mit 27 *Pzt.* Gehalt in Lösung hat, davon etwa 13,5 *Pzt.* Chlornatrium und Chlorkalium, 8,5 *Pzt.* Chlormagnesium und 5 *Pzt.* schwefelsaures Magnesium.

Durch Decken mit Wasser wird die Mutterlauge entfernt. Eine weitere Reinigung des Glaubersalzes von Kochsalz und Chlormagnesium erreicht man durch Umkrystallisiren. Ein Teil des Glaubersalzes wird in Flammöfen kalzinirt. Dabei richtet man sich so ein, dafs das Umkrystallisiren der bei 33° *B.* gesättigten Lösung und das Kalziniren in zwei getrennten Teilen ein und desselben Flammofens vorgenommen wird, wodurch sich eine gute Wärmeausnutzung erreichen läfst.

Auf diese Weise erhält man ein Produkt, das sich vor dem aus Kochsalz durch Schwefelsäure gewonnenen durch Reinheit (Abwesenheit

Digitized by Google

von Eisen und freier Säure) auszeichnet und deshalb besser bei der Glasfabrikation verwendbar ist.

Aufser den bisher genannten sind noch andere Stoffe in den der Verarbeitung auf Chlorkalium unterworfenen Salzen vorhanden, die nutzbar gemacht werden können. *Feit* und *Kubierschky* [1]) haben aus Carnallit Rubidium- und Cäsiumverbindungen dargestellt, deren Vorhandensein schon früher von *Erdmann* [2]) und *Hammerbacher* [3]) nachgewiesen worden sind. Von ersteren ist auch darauf hingewiesen worden, dafs sich neben Brom auch Thallium in geringer Menge vorfindet und als Thallochlorid entweder beim Löserückstande bleibt, oder sich bei der ersten Krystallisation ausscheidet und sich demnach mit im Handelschlorkalium befindet.

Als unverwertbar fliefsen grofse Mengen Magnesiumsalzlaugen ab, wodurch jährlich über 200000 *t* wasserfreies Chlormagnesium und schwefelsaures Magnesium unbenutzt bleiben. In welcher Weise dadurch der Elbe Salz zugeführt wird, geht aus den S. 16 mitgeteilten Analysen hervor.

Ältere Analysen des Wassers der dabei hauptsächlich beteiligten Flüsse teilt *Pfeiffer* [4]) mit.

In 100 *Liter* Wasser sind enthalten	I [5])	II	III	IV [6])	V	VI	VII
	Elbe oberhalb d. Saalemündung	Elbe bei Magdeburg			Saale		Bode unterhalb Hohenerxleben
		rechtes Ufer	linkes Ufer	Wasserleitung	oberhalb der Bodemündung	unterhalb der Bodemündung	
	g						
Chlornatrium	0,77	6,40	15,80	17,37	23,02	32,64	184,20
Chlorkalium	0,80	0,98	1,39	1,88	1,42	2,60	26,84
Kohlensaures Natrium .	1,54	—	—	—	1,72	—	—
Chlormagnesium	—	0,21	1,34	1,74	—	5,57	100,51
Kohlensaures Magnesium	1,59	0,87	2,29	3,49	4,31	6,52	17,74
„ Calcium .	4,32	4,08	2,42	3,48	5,21	3,54	30,58
Schwefelsaures Calcium .	1,67	4,84	8,63	9,17	13,68	16,62	43,81
Kieselerde und Eisenoxyd	0,72	0,80	0,99	0,56	0,49	1,00	—
Feste Bestandteile . .	11,50	18,18	32,86	37,69	49,85	67,99	403,74

[1]) *Chem. Ztg.* 1892, S. 335.
[2]) *J. f. prakt. Chem.* 1862, 86, 377.
[3]) Inaug.-Diss., Erlangen.
[4]) A. a. O., S. 317.
[5]) Mittel von zwei Analysen nach *Wittjen* und *Spiegelberg*.
[6]) Nach Untersuchungen von *Kraut*. Die Wasserleitung saugt am linken Elbufer. Saale und Bode bringen einen grofsen Teil des Salzgehaltes zu.

Digitized by Google

Schwefelsaures Kaliummagnesium und schwefelsaures Kalium [1]).

Für die Gewinnung des schwefelsauren Kaliummagnesiums (Schönit) bildet der Kainit das Rohmaterial. Es wird bei der Verarbeitung verschieden verfahren. Drei Methoden sind besonders in Anwendung.

1. (Vereinigte chemische Fabriken zu Leopoldshall.) Zu einer gesättigten kalten Lösung von Kainit läfst man von unten her eine aus der vorhergegangenen Arbeit herrührende und erwärmte Lösung von schwefelsaurem Magnesium treten, oder man erhitzt die Lösungen zusammen mit Dampf in dem Lösegefäfse bis auf 80°. Die Lösung von 37° *B.* läfst man kurze Zeit klären und leitet sie dann in Krystallisirkasten, in denen man einen möglichst wenig zersetzten Schönit erhält.

Aus dem warmen Löserückstande wird der übrige Kainit dadurch, dafs man 30° warmes Wasser übergiefst, gelöst und dadurch eine Löselauge für die nächste Fällung gewonnen.

Aus den Krystallisirkasten wird das Wandsalz durch Abdecken mit kaltem Wasser auf schwefelsaures Kaliummagnesium verarbeitet, aus dem Bodensalze wird durch Waschen mit mäfsigen Mengen 30 bis 50° warmen Wassers ein an schwefelsaurem Kalium reicheres Produkt hergestellt. Die Waschlauge dient zum Lösen frischen Kainits.

2. (Stafsfurter chemische Fabrik vorm. *Vorster u. Grüneberg.*) Der gemahlene Kainit wird in einem Bottich mit Rührwerk bei 20 bis 25° in einer kalt gesättigten Bittersalzlauge zerrieben. Diese nimmt Chlornatrium und Chlormagnesium auf und führt den Kainit in Schönit über. Dabei gehen 33 *Pzt.* schwefelsaures Kalium in Lösung über, die nur mit hohen Kosten wieder zu gewinnen sind. Der Zusatz von Kieserit macht das Verfahren teuer. Statt einer Bittersalzlösung hat man deshalb auch eine Chlornatriumlösung angewendet, die bis zur Hälfte ihres Gewichtes Schönit aufzunehmen vermag und diesen unverändert wieder auskrystallisiren läfst.

3. Nach *Precht* [2]) wird Kainit in einem geeigneten Kesselapparate mit Lauge, die aus derselben Arbeit herrührt, unter einem Dampfdrucke von zwei bis vier Atmosphären (bei 121,4 bis 145,4° *C.*) zerlegt und im Verlauf von einer halben Stunde zu einem Doppelsalze umgesetzt, entsprechend der Formel:

$$6\,KCl\,.\,MgSO_4 = \underset{\text{Kainit}}{3\,(K_2SO_4\,.\,MgSO_4\,.\,MgCl_2)}$$

$$= \underset{\text{neues Doppelsalz}}{2\,(K_2SO_4\,.\,2\,MgSO_4\,.\,H_2O)} + 2\,KCl + 2\,MgCl_2.$$

---

[1]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 344. *Muspratt* 4, 898, 1047.

[2]) *Chem. Ind.* 1880, S. 419. *P. J.* 1879, 243, 48.

Digitized by Google

Das Doppelsalz bildet einen feinkörnigen Salzbrei, der, wenn er bei 100° getrocknet würde, ein Produkt gäbe, das 36 bis 37,5 Pzt. schwefelsaures Kalium enthielte. Der Salzbrei wird aus dem Löseka... in flache cylindrische Gefäfse mit stehendem Rührwerk abgela... Dort wird er mit wenig Wasser gewaschen und dadurch das Sal... Schönit übergeführt. Vorher hat man den Salzbrei noch in der eigen... Lauge durchgerührt, um Chlornatrium möglichst wegzunehmen. D... Waschlauge dient zur Zersetzung für einen neuen Posten Kainit. D... von dem Doppelsalze abgeheberte Lauge führt man zur Mitverwendu... bei der Chlorkaliumfabrikation ab.

Die nach diesem Verfahren in den Handel gebrachten Produkte von schwefelsaurem Kaliummagnesium enthalten:

Schwefelsaures Kalium	48	bis	52 *Pzt.*
„ Magnesium	32	„	36 „
Chlornatrium	1	„	5 „
Gyps und Unlösliches	0,2	„	5 „
Wasser	3	„	12 „

Auch aus Carnallit oder Chlorkalium und Kieserit oder schwefelsaurem Magnesium lassen sich schwefelsaures Kaliummagnesium und schwefelsaures Kalium gewinnen. Man bringt entweder heifs gesättigte Lösungen von Kieserit und Chlorkalium in entsprechendem Verhältnis zusammen, oder läfst heifse, gesättigte Kieseritlösung auf trockenes gesiebtes Chlorkalium fliefsen. Statt Chlorkalium hat man später vorgezogen, gereinigten Carnallit oder auch in Wasser gelösten Rohcarnallit beim Einbringen in die Krystallisirkasten mit heifser Kieseritlösung zu versetzen. Während des Erkaltens der Mischlauge setzt sich Schönit an den Wandungen der Krystallisirkasten schief in harten Krystallen an, die von den Arbeitern als Sternsalz bezeichnet werden. Das Bodensalz enthält mehr Kochsalz und schwefelsaures Natriummagnesium und wird durch Decken oder Umkrystallisiren gereinigt.

Für die Umsetzung gilt die Formel:

$$2\,MgSO_4 + 3\,KCl = K_2SO_4 . MgSO_4 + KCl . MgCl_2.$$

Schwefelsaures Kalium.

Die Gewinnung des schwefelsauren Kaliums geschieht durch Umsetzung des Schönits mit Chlorkalium. Dieses mufs dabei im Überschusse angewendet werden.

Nach dem einen Verfahren gieíst man heifse, gesättigte Lösung von Schönit auf trockenes, gesiebtes Chlorkalium, wobei die Umsetzung (nach *Schmidtborn*) der Formel

$$2\,(K_2SO_4 . MgSO_4) + 3\,KCl = 2\,K_2SO_4 + K_2SO_4 . MgSO_4 + KCl . MgCl_2,$$

Digitized by Google

oder (nach *Grüneberg*[1])

$$K_2SO_4.MgSO_4 + 3\,KCl = 2\,K_2SO_4 + KCl.MgCl_2,$$

oder, nach *Hugo*, bei stärkerem Chlorkaliumzusatz der Formel

$$K_2SO_4.MgSO_4 + 4\,KCl = 2\,K_2SO_4 + KCl.MgCl_2 + KCl$$

entspricht. In diesem letzteren Falle wurde die Minderlöslichkeit des schwefelsauren Kaliums durch die Gegenwart von Chlorkalium erhöht, so dafs die Abscheidung des schwefelsauren Salzes vollständiger war.

Um 100 *kg* schwefelsaures Kalium mit 90 *Pzt.* Reingehalt zu gewinnen, wurden verbraucht:

750 bis 775 *kg* Rohcarnallit mit 16 *Pzt.* Chlorkalium,
500 *kg* Kieserit mit 60 *Pzt.* schwefelsaurem Magnesium,
8,8 *hl* Braunkohle,
4 *Mk.* Arbeitslohn.

Nach einem anderen Verfahren wird der krystallisirte Schönit in cylindrischen Mischgefäfsen von 1 bis 2 *cbm* Inhalt wiederholt mit einer kalt gesättigten Chlorkaliumlösung überlaugt. Er bleibt dann jedesmal drei Stunden mit der Lauge in Berührung. Die harten Schönitkrystalle werden bei dieser Behandlung, von oben her beginnend, in feinkörniges, schwefelsaures Kalium umgewandelt, ohne dafs sich diese Umwandlung bis in die untersten Schichten fortsetzt.

Es wird dann nochmals Chlorkaliumlösung aufgegeben, wobei ein Salz mit 70 bis 80 *Pzt.* schwefelsaurem Kalium erzielt wird. Durch wiederholtes Überlaugen erhält man ein reicheres Produkt. Die erste Abgangslauge wurde auf Carnallit verdampft.

Nach *Wünsche* wurde durch heifses Umlösen des hydratisirten Kieserits Bittersalz gewonnen, dieses wurde mit einer heifsen Lösung von Chlorkalium verrührt und in Schönit übergeführt. Der Schönit wurde durch Auswaschen vollends gereinigt, wiederholt mit einer kalt gesättigten Lösung von Chlorkalium zerrührt und dadurch in schwefelsaures Kalium umgewandelt. Das schwefelsaure Kalium fällt dabei sehr feinkörnig aus und wurde in Centrifugen abgetrocknet.

Die Zusammensetzung des gewonnenen Salzes war

		wasserfrei berechnet:
Schwefelsaures Kalium . .	91,1 *Pzt.*	96,5 *Pzt.*
Chlorkalium	1,2 „	1,3 „
Chlornatrium	— „	— „
Schwefelsaures Magnesium .	1,7 „	1,8 „
Unlösliches	0,4 „	0,4 „
Wasser	5,6 „	— „

Precht[2]) stellte durch Versuche fest, dafs eine bei 50° *C.* gesättigte 30 *pzt.* Chlorkaliumlösung die Umsetzung am besten bewirkt und

[1]) *Jahresber. d. chem. Techn.* 1868, S. 282; 1869, S. 241. *Chem. Ind.* 1881, Nr. 4.

[2]) *P. J.* 1879, **243**, 48.

Digitized by Google

dabei nur 1,5 *Pzt.* schwefelsaures Kalium aufnimmt. Er benutzte deshalb einen Apparat mit mehreren Abteilungen, in denen der frische Schönit mit der fast erschöpften Lauge, dagegen das fast fertige schwefelsaure Kalium mit frischer Chlorkaliumlauge zusammenkam, wodurch diese sehr vollständig ausgenutzt werden konnte. Zwei Drittel des Chlorkaliums wurden verwertet, ein Drittel war in der ablaufenden Lauge neben etwa 16 *Pzt.* Chlormagnesium und wenig schwefelsaurem Kalium enthalten.

Nach einem Verfahren der konsolidirten Alkaliwerke zu Westeregeln (*D. R.-P.* Nr. 50596 [1]) wird der Kainit in zerkleinertem Zustande mit ungefähr 30 *pzt.* Chlormagnesiumlauge oder mit der Endlauge der Chlorkaliumfabrikation gekocht, wobei er in ein feines Pulver zerfällt, das von den Beimengungen (Steinsalz, Anhydrit u. a.) durch Schlämmen gesondert wird. Aus der Lauge krystallisirt beim Erkalten künstlicher Carnallit aus. Ein weiterer Zusatz von heifser Chlormagnesiumlauge bewirkt, dafs schliefslich sämmtliches Chlorkalium des Kainits gelöst wird und ein Rückstand bleibt, der eine dem Kieserit ähnliche Zusammensetzung hat. Chlorkalium bleibt vollständig mit dem schwefelsauren Magnesium vereint, wenn die verwendete Chlormagnesiumlauge zuvor ihrer Temperatur entsprechend mit Chlorkalium gesättigt worden war.

Nach dem Verfahren von *Dupré* werden die Lösungen von Kainit oder die Kainitmutterlaugen in der Siedehitze ungefähr mit einem Drittel bis zur Hälfte Sylvinit oder den entsprechenden Mischungen von Chlorkalium und Chlornatrium behandelt, am besten mit so viel Sylvinit, dafs auf 1 *Mol.* Kainit der Lauge 1 *Mol.* Chlorkalium kommt. Die vom nicht gelösten Steinsalz abgeschiedene Lauge wird mit dem Rest der Kainitlösung oder Mutterlauge versetzt. Beim Erkalten scheidet sich schwefelsaures Kaliummagnesium fast frei von Chlorkalium aus, während das Chlorkalium durch Verdampfen der Mutterlaugen als Carnallit gewonnen wird.

Kaliumdüngemittel [2]).

Unter den Düngemitteln unterscheidet man rohe Salze und gereinigte Kaliumsalze. Die Rohsalze Kainit und Carnallit, letzterer nur in geringer Menge, werden hauptsächlich in Deutschland verwendet und haben als Mittel zur Bindung des freien Ammoniaks im Stalle den bisher angewendeten Gyps fast völlig verdrängt. Auch Steinsalz- und Bühnensalz werden verwendet. Ein in Douglashall hergestelltes Düngemittel, Fertilizer, wird durch Zersetzung des Carnallits mit weniger chlormagnesiumhaltigen Laugen gewonnen. Der Carnallit zersetzt sich

[1]) *Chem. Ztg.* 1890, S. 378. *Z. f. angew. Chem.* 1890, S. 115. *B.- u. H.* 1890, **49**, 109 u. 299.

[2]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 450. *Muspratt* 1892, **4**, 1051.

Digitized by Google

dabei und Chlorkalium scheidet sich in feinen Krystallen ab, die durch den Strom der Zersetzungslauge infolge ihres geringen spezifischen Gewichtes von den schwereren Salzbestandteilen mechanisch getrennt werden. Das Salz enthält 80 *Pzt.* Chlorkalium, 10 bis 12 *Pzt.* Kieserit, 5 bis 8 *Pzt.* Chlornatrium. Vorzugsweise wird es in überseeischen Ländern abgesetzt.

Als gereinigte Kalisalze gelten das schwefelsaure Kalium, das schwefelsaure Kaliummagnesium und das reine kohlensaure Kaliummagnesium [1]). In den reinen Kaliumsalzen ist das Prozent Kali um das Dreifache teurer als in den rohen Kaliumsalzen. Der hohen Transportkosten wegen bevorzugt das Ausland die gereinigten Kaliumsalze. Für die weitere Entwickelung der Kaliumindustrie ist die Aufnahmefähigkeit der Landwirtschaft für Kaliumdüngemittel von grofser Wichtigkeit.

Eine Reihe anderer Fabrikationszweige schliefsen sich an die Gewinnung dieser Produkte an. So gewinnt man insbesondere die Potasche [2]) aus schwefelsaurem Kalium oder Chlorkalium. Nach dem Verfahren von *Leblanc* wird das schwefelsaure Kalium mit kohlensaurem Calcium (am besten lockerem Süfswasserkalk aus der Muschelkalkformation) und Kohle einem reduzirenden Schmelzverfahren unterworfen, wobei nach den Formeln

$$5\,K_2SO_4 + 10\,C = 5\,K_2S + 10\,CO_2,$$
$$5\,K_2S + 5\,CaCO_3 = 5\,K_2CO_3 + 5\,CaS,$$
$$2\,CaCO_3 + 2\,C = 2\,CaO + 4\,CO$$

mit der Zwischenstufe Schwefelkalium, kohlensaures Kalium und Schwefelcalcium entstehen. Die geschmolzene Masse wird nach dem Erkalten in Stücke zerschlagen und ausgelaugt, die dann entstehende Potaschelösung eingedampft und das Produkt kalzinirt.

Zu dieser Verarbeitung eignet sich besonders gut das schwefelsaure Kalium, das man aus Chlorkalium und Schwefelsäure gewinnt. Als Nebenprodukt gewinnt man dabei Salzsäure.

Stafsfurtit (Borazit [3]) liefert das Material zur Gewinnung von Borsäure. Die Borsäure wird mittels Salzsäure aus ihrer Verbindung frei gemacht. Die Lösung gelangt in Krystallisirgefäfse, in denen die Borsäure auskrystallisirt, die Lauge enthält hauptsächlich Chlormagnesium.

Entwickelung der Kaliumindustrie [4]).

Auf den hohen Gehalt der Abraumsalze an Kalium- und Magnesiumsalzen war im Jahre 1857 von *Rose* und *Rammelsberg* bereits

[1]) *Märcker*, D. Landwirtsch. Ges., Wandervers. 1891; *Chem. Z.* 1891, S. 849.

[2]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 406. *Muspratt* 1892, 4, 879.

[3]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 439. *Muspratt* 1888, 1, 1990.

[4]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 105.

Digitized by Google

hingewiesen worden. Versuche zu einer technischen Verwertung liefs die preufsische Bergbehörde ausführen, wobei zunächst eine Verwendung der Salze in der Landwirtschaft ins Auge gefafst war. Die Versuche fielen ungünstig aus, so dafs man auf weiteres zu verzichten gesonnen war. Von einzelnen indessen, wie *Reichardt*, *Frank* und insbesondere *Krug v. Nidda*, Chef der preufsischen Bergverwaltung, wurde die Wichtigkeit des Vorkommens erkannt, so dafs weitere Versuche in die Wege geleitet, insbesondere auch die bereits beschlossene völlige Aufgebung des Abbaues der Kaliumsalze und die Abdämmung der Zufuhrstrecken zu den Lagerteilen verhindert werden konnten.

Die Begründung der chemischen Industrie zur Verarbeitung der Kalium- und Magnesiumsalze ist auf die Bemühungen *A. Franks* (seit 1858 Chemiker in der Stafsfurter Zuckerfabrik von *Bennecke u. Hecker*) zurückzuführen, der im Jahre 1861 eine kleine Fabrik anlegte. Ihm folgte mit gröfserer Anlage die Firma *Vorster u. Grüneberg* in Köln, die bereits in Kalk eine Fabrik von Kalisalpeter und Potasche besafs. Des weiteren befafsten sich die Baumeister *Fölsche* und Apotheker *Löfafs* in einer kleinen Versuchsfabrik in Sudenburg bei Magdeburg mit der Verarbeitung der Salze und erhielten im Jahre 1862 ein Patent, das die wesentlichsten Grundzüge des heutigen Verfahrens enthielt. Die Firma *W. Siebel u. Söhne* übernahmen diese Fabrik und errichteten eine gröfsere Anlage bei Förderstedt, deren Betrieb 1866 eingestellt wurde, da die Brunnen durch die Endlaugen verdorben wurden. Zwei weitere Fabriken entstanden 1862 durch *N. F. Löfafs* in Sudenburg, die dann nach Stafsfurt verlegt wurde, und in Stafsfurt durch die Firma *Leisler u. Townsend* in Glasgow, die von *Dupré* geleitet wurde. Auf anhaltischem Gebiete gründete *Fr. Müller*, Besitzer des Alaunwerkes Neuglück bei Eisleben, 1862 die erste Fabrik und bald darauf die Firma *Ziervogel u. Tuchen*, deren Fabrik früher als erstere (Herbst 1862) in Betrieb kam. 1863 kamen in Stafsfurt die Firmen *Lindemann u. Co.* und *Frölich u. Freitag* dazu. Die Fabrik der letzteren ging an *Vorster u. Grüneberg* über, und wurde mit der von diesen zuerst begründeten Fabrik von der Aktiengesellschaft *Stafsfurter Chemische Fabrik vorm. Vorster u. Grüneberg* (seit 1871) weiter betrieben. Die Gesellschaft erwarb 1882 noch die Fabrik von *Leisler u. Townsend*. Eine 1863 von *Clemm* begründete Sulfatversuchsfabrik in der Nähe der Braunkohlengrube bei Börnecke wurde 1867 von der Firma *Zimmer u. Co.* in eine Chlorkaliumfabrik umgewandelt. Die 1869 und 1870 von *Thörl u. Heidtmann* in Stafsfurt errichteten Fabriken wurden mit der in Harburg gelegenen Salpeterfabrik der Firma als *Chemische Fabrik Harburg-Stafsfurt, Aktiengesellschaft*, vereinigt. Die in derselben Zeit von *Horn* errichtete Fabrik ging 1879 an die Firma *Beit u. Philippi* über, die bereits eine Salpeterfabrik besafs.

Zahlreiche andere Fabriken entstanden dann noch in Schönebeck,

Digitized by Google

auf anhaltischer und preufsischer Seite bei Stafsfurt. Viele der Firmen gingen in Aktiengesellschaften über, so *Ziervogel u. Tuchen* für sich, sowie die 1864 von *Douglas* begründete Leopoldshütte mit den Fabriken *Thiemann u. Förster, Lossen, Jena u. Winterfeld* und *F. H. Lücke* zusammen. Diese beiden Aktiengesellschaften wurden im Jahre 1872 unter Zuziehung der ehemaligen *Ziervogel u. Tuchen*schen Fabrikanlagen, sowie der Stafsfurter Fabrik von *A. Frank* zu der Aktiengesellschaft *Vereinigte Chemische Fabriken zu Leopoldshall* vereinigt, die bis zum Jahre 1875 von *Frank* geleitet wurde. Unter dessen Nachfolger *Borsche* kam noch die Fabrik von *Hanse, Esche u. Co.* (seit 1864) hinzu.

Das Salzwerk Douglashall legte 1875 eine eigene Fabrik an, deren Besitz dann vermehrt durch die Zuziehung der bei Börnecke gelegenen Fabrik von *Zimmer u. Co.* Anlafs zur Umwandlung in die Aktiengesellschaft *Consolidirte Alkaliwerke zu Westeregeln* gab.

Die Zahl der Fabriken war in den Jahren 1863 und 1864 von 11 bis auf 18, in den Jahren 1871 und 1872 von 25 bis auf 33 gestiegen.

In das Jahr 1876 fallen die ersten Versuche zu einer Verkaufsvereinigung. Im Jahre 1879 schlossen die Besitzer der Schachtanlagen eine Konvention zur Regelung der Rohsalzförderung. Als 1882 das Aschersiebener Werk mit grofser Chlorkaliumfabrik zur Entwickelung gelangte, wurde die Konvention zum 1. Oktober 1883 gekündigt.

Jedoch kam am 15. Oktober 1883 für fünf Jahre eine neue Konvention zu stande, in der für die sechs beteiligten Werke bestimmte Rohsalzfördermengen festgesetzt waren. In demselben Jahre legte auch die Gewerkschaft Neustafsfurt eine eigene Fabrik an (geleitet von *Precht*). Einen Zuwachs ergab das im Jahre 1886 fertig gestellte Werk in Vienenburg, dem dann später die Werke zu Wilhelmshall, Thiederhall und Solvayhall sowie Glückauf bei Sondershausen mit eigenen Chlorkaliumfabrikanlagen gefolgt sind. Zu Beginn der 90er Jahre hat auch der kgl. preufsische Fiskus zu Stafsfurt beim Achenbachschachte eine eigene Chlorkaliumfabrik angelegt. Die Zahl der Fabriken beläuft sich jetzt auf 26. Gegen 2500 Arbeiter werden dabei beschäftigt (s. S. 228).

Neue Fabrikanlagen zur Verarbeitung der Kaliumsalze sind in Bau oder geplant von den Gewerkschaften Beienrode, Carlsfund, Hohenzollern, Einigkeit, Benthe-Wallmont und von der Aktiengesellschaft Kaliwerke Salzdetfurt.

Neben der Konvention der Rohsalz fördernden Werke war im Jahre 1883 eine Übereinkunft zwischen Douglashall, Neustafsfurt, Schmidtmannshall und den bestehenden 17 Chlorkaliumfabriken bezw. Gesellschaften auf die Dauer von fünf Jahren in der Form eines Verkaufssyndikats für sämmtliches Chlorkalium von 75 *Pzt.* Reingehalt aufwärts zu stande gekommen.

Digitized by Google

Zu der Zeit, 1884, belief sich der tägliche Verbrauch an Carnallit für die Chlorkaliumfabrikation auf durchschnittlich 2446 *t*, der Jahresverbrauch auf 733 694 *t*, davon entfielen auf

das preufsische Werk bei Stafsfurt . . .	140 852 *t*,
„ anhaltische Werk in Leopoldshall . .	180 342 „
„ Werk Douglashall	127 810 „
„ „ Neustafsfurt	128 881 „
„ „ Schmidtmannshall	127 396 „
„ „ Ludwig II	28 413 „

Im Jahre 1888 (Dezember) wurde die ablaufende Konvention verlängert und auf 10 Jahre ein Syndikat der Kaliumsalz-Bergwerke abgeschlossen, das jetzt, 1898, auf drei Jahre verlängert ist (s. S. 238 u. f.).

Für den Verkauf der einzelnen Produkte an Kalium- und Magnesiumsalzen hat das Verkaufssyndikat der Kaliwerke folgende besondere Bedingungen aufgestellt.

A. Chlorkalium.

Es werden 11 verschiedene Marken mit einem Mindestgehalte von 70, 75, 80, 85, 88, 90, 95, 96, 97 und 98 *Pzt.* Chlorkalium und mit einem Mindestgehalte von 98 *Pzt.* Chlorkalium und $^1/_2$ *Pzt.* Kochsalz verkauft.

Betreffs der Nebenbestandteile kann folgendes ausbedungen werden:

1. dafs das Chlorkalium nicht über 2 *Pzt.* Feuchtigkeit enthalten darf;

2. dafs Chlorkalium mit einem Mindestgehalte von 80 *Pzt.* und darüber nicht mehr Magnesia enthalten darf, als einem halben Prozent Chlormagnesium entspricht; diese Bedingung wird jedoch nur übernommen, wenn nicht ein Höchstgehalt an Chlorkalium gewährleistet ist;

3. dafs Chlorkalium mit einem Mindestgehalte von 96 *Pzt.*, nicht über 3 *Pzt.* Kochsalz, Chlorkalium mit einem Mindestgehalte von 97 *Pzt.*, nicht über 2 *Pzt.* Kochsalz, Chlorkalium mit einem Mindestgehalte von 98 *Pzt.* nicht über 1 *Pzt.* Kochsalz enthalten darf.

Betreffs des Chlorkaliums mit einem Mindestgehalte von 98 *Pzt.* und einem verbürgten Höchstgehalte von $^1/_2$ *Pzt.* Kochsalz gilt die Bestimmung, dafs die Annahme nicht verweigert werden darf, auch wenn der verbürgte Höchstgehalt an Kochsalz in einzelnen Fällen überschritten werden sollte. Trifft letzteres zu, so ermäfsigt sich der Kaufpreis um 20 *Pf.* für 100 *kg* und 80 *Pzt.* Der Kochsalzgehalt dieser Marke darf 1 *Pzt.* in keinem Falle übersteigen.

Die Preise verstehen sich für 100 *kg* netto Gewicht und 80 *Pzt.* Chlorkalium einschliefslich Sack; der 80 *Pzt.* über- bezw. unterschreitende Gehalt wird nach Verhältnis in Rechnung gezogen.

Digitized by Google

B. Hochprozentiges schwefelsaures Kalium.

Es werden zwei Marken mit einem Mindestgehalte von 90 und 96 *Pzt.* schwefelsaurem Kalium verkauft. Bei einer 96 *pzt.* Waare kann ausbedungen werden, dafs der Chlorgehalt 1 *Pzt.* nicht übersteigen darf.

Die Preise verstehen sich für 100 *kg* netto Gewicht und 90 *Pzt.* schwefelsaures Kalium für Waare in gemahlenem Zustande einschliefslich Sack; der 90 *Pzt.* übersteigende Gehalt wird nach Verhältnis in Rechnung gestellt. Bei Bezügen von schwefelsaurem Kalium in ungemahlenem Zustande wird den Käufern der ersparte Mahllohn mit 10 *Pf.* für 100 *kg* wirkliches Gewicht vergütet.

C. Schwefelsaures Kaliummagnesium.

a) Kalzinirtes wird in gemahlenem Zustande unter Gewährleistung eines Mindestgehaltes von 48 *Pzt.* schwefelsaurem Kalium und eines Höchstgehaltes von $2^1/_2$ *Pzt.* Chlor verkauft.

Der Preis versteht sich für 100 *kg* netto Gewicht und 48 *Pzt.* schwefelsaures Kalium einschliefslich Sack; der 48 *Pzt.* übersteigende Gehalt wird nach Verhältnis in Rechnung gestellt.

b) Krystallisirtes wird unter Gewährleistung eines Mindestgehaltes von 40 *Pzt.* schwefelsaurem Kalium und eines Höchstgehaltes von 1 *Pzt.* Chlor verkauft.

Der Preis versteht sich für 100 *kg* netto Gewicht und 40 *Pzt* schwefelsaures Kalium ausschliefslich Sack. Der 40 *Pzt.* übersteigende Gehalt wird nach Verhältnis in Rechnung gestellt.

D. Kaliumdüngesalze.

Es werden drei Marken mit einem Mindestgehalte von 20 *Pzt.*, 30 *Pzt.* und 40 *Pzt.* reinem Kali verkauft.

Sie werden in feinkörnigem Zustande (gemahlen) entweder als Rohsalz oder als Fabrikat oder als Mischung von Rohsalz und Fabrikat geliefert.

Die Preise verstehen sich für 100 *kg* netto wirkliches Gewicht, ohne Berechnung etwaigen Mehrgehaltes, einschliefslich Sack.

E. Kalzinirter, gemahlener Kieserit

wird mit einem Mindestgehalte von 70 *Pzt.* schwefelsaurem Magnesium verkauft.

Sollte ausnahmsweise die eine oder andere Lieferung mit einem geringeren Gehalte als 70 *Pzt.* schwefelsaurem Magnesium auskommen, so darf die Annahme der Waare vom Käufer gleichwohl nicht verweigert werden, doch hat dieser in solch einem Falle Anspruch auf eine Vergütung von 6 *Pf.* für 100 *kg* und jedes volle oder angefangene

Digitized by Google

Minderprozent. Die Lieferung einer Waare, die weniger als 67 *Pzt.* schwefelsaures Magnesium enthält, ist indessen in keinem Falle zulässig.

Der Preis versteht sich für 100 *kg* netto wirkliches Gewicht, ohne Berechnung etwaigen Mehrgehaltes, einschliefslich Sack.

2. Die Verarbeitung der Mutterlaugen.

a) Verarbeitung der Mutterlaugen bei den Seesalinen.

Die bei der Salzbereitung gewonnenen Mutterlaugen enthalten als wesentlichen, aber wertlosen Bestandteil Chlormagnesium, aufserdem grofse Mengen Chlornatrium, und als wertvolle Bestandteile Chlorkalium, schwefelsaures Magnesium und Bromverbindungen. *Balard* fand in einer Mutterlauge französischer Salinen am Mittelmeere a, und *Otto* in einer von Nordseewasser stammenden Mutterlauge bei 1,2474 *spf. Gew.* b. folgende Zusammensetzung:

	a. *Pzt.*	b. *Pzt.*
Chlormagnesium	16,6	16,72
Chlornatrium	4,6	5,88
Brommagnesium	—	0,59
Schwefelsaures Magnesium	2,4	1,24
Schwefelsaures Kalium	—	3,54
Wasser	—	72,03

Die Zusammensetzung von Mutterlaugen nach *Usiglio* ist folgende:

In 1 *Liter* waren enthalten in Gramm	Bei 25° *B.* = 1,210 *spf. Gew.*	Bei 30° *B.* = 1,264 *spf. Gew.*	Bei 35° *B.* = 1,320 *spf. Gew.*
Schwefelsaures Calcium .	2,07	—	—
„ Magnesium	22,64	78,76	114,48
Chlormagnesium	29,55	101,60	195,31
Chlorkalium	4,90	18,32	32,96
Bromnatrium	5,23	14,72	20,39
Chlornatrium	268,90	212,80	159,79
zusammen . .	333,29	426,20	522,93

Die Mutterlauge bleibt auf kleineren Salinen unbenutzt. Einige verarbeiten sie zur Gewinnung von Bittersalz und Magnesia (zu Lymington in England, seit 1859 zu Pirano in Istrien), oder man gewinnt Glaubersalz und Chlorkalium, das zu Giraud in Südfrankreich zu chlorsaurem Kalium verarbeitet wird. Die Verarbeitung der Mutterlaugen gründet sich darauf, dafs sich in Lösungen von Salzmengen bei einer Temperaturerniedrigung oder bei Wasserentziehung durch Verdunstung oder Verdampfung die Basen und Säuren ohne

Digitized by Google

Rücksicht auf sonstige chemische Verwandtschaft, dem jedesmaligen Löslichkeitsgrade der Verbindungen entsprechend, deren Entstehung möglich ist, zusammenordnen, wobei sich zuerst diejenigen Verbindungen bilden und ausscheiden, deren Bestandteile gerade in der zur Sättigung erforderlichen Menge vorhanden sind. Das Verhältnis dieser Menge zu derjenigen des Lösungswassers wird durch die Menge und Art der übrigen in Lösung vorhandenen Bestandteile geändert und ist selbst bei gleicher Temperatur nicht konstant. Nach diesen Grundsätzen hat man schon seit langer Zeit aus Mutterlauge in Winterkälte schwefelsaures Natrium dargestellt. Es bildet sich durch Umsetzung von Chlornatrium und schwefelsaurem Magnesium bei einer Abkühlung unter 0° und krystallisirt aus. Ein gröfserer Gehalt an Chlormagnesium hindert diese Ausscheidung, weil Chlormagnesium die Löslichkeit des schwefelsauren Natriums erhöht, während es das schwefelsaure Magnesium und das Kochsalz weniger löslich macht.

Auf dieses Verhalten der Mutterlaugensalze gründet sich das von *Balard*[1]) schon in den 40er Jahren angegebene, von *Merle* und *Pechiney* verbesserte und später vervollkommnete Verfahren zur Verarbeitung der Mutterlaugen aus den Meersalinen, das im wesentlichen mit dem schon zu Anfang dieses Jahrhunderts von *Hermann* in Schönebeck für die dortigen Salinenmutterlaugen angewendete Verfahren übereinstimmt, und in seiner neueren Anwendung folgende Vorgänge zeigt.

a) Die Mutterlauge verdunstet in den Salzgärten bis zu 35° *B.*, wo sich infolge von Abkühlung und abnehmender Lösungsfähigkeit in der Nacht schwefelsaures Magnesium, am Tage infolge von Wasserverdunstung Kochsalz ausscheidet. Um Verluste zu vermeiden, lässt man in den gewöhnlichen Salzbeeten nur bis 27° *B.* anreichern und bringt dann die Lauge in Behälter mit festgestampftem Boden, zuletzt in Behälter mit cementirten Böden. Zwischen 32,5 und 35° *B.* scheiden sich im Sommer die Salze aus. Man gewinnt auf diese Weise, getrennt von Chlormagnesium, etwa die Hälfte des vorhandenen Bittersalzes. Das zusammenkittende, eine dichte, feste Lage bildende Gemisch von schwefelsaurem Magnesium und Kochsalz (*sels mixtes*) wird in wenig Wasser gelöst, so dafs die Lösung 30° *B.* zeigt. Enthält die Mischung nicht so viel schwefelsaures Magnesium als der Gleichung

$$2\,NaCl + MgSO_4 = Na_2SO_4 + MgCl_2$$

entspricht, so wird die erforderliche Menge Bittersalz, fehlt Kochsalz, so wird dieses in erforderlicher Menge zugesetzt. Zum Teil erhält man diese Lösung auch schon bei der Entwässerung des Glaubersalzes[2]). Man läfst die Lösung im Winter bei günstiger Witterung, das ist bei

[1]) *P. J.* **94**, 297; **126**, 157; **189**, 181; **249**, 521. *Erdmanns Journ.* **35**, 331. *Jahresber. d. chem. Technol.* 1863, S. 279; 1865, S. 296; 1880, S. 271.

[2]) *Lunge* in *P. J.* 1882, **246**, 389.

Digitized by Google

kaltem, trockenem Wetter, in den Salzbeeten 10 *cm* hoch stehen, wobei durch die Einwirkung der Kälte Glaubersalz auskrystallisirt. War zur Lösung Kochsalz zuzusetzen, so geschieht dies unmittelbar vor dem Einlassen in die Beete, um die durch die Auflösung hervorgerufene Temperaturerniedrigung auszunutzen. Damit sich das ausgeschiedene Salz bei steigender Temperatur nicht wieder in der Mutterlauge löst, zieht man diese schnell ab. Man kann aus dieser Mutterlauge noch durch Zusatz von kohlensaurem Natrium kohlensaures Magnesium gewinnen. In einer günstigen Nacht, bei etwa -8^0 *C.*, kann man [1], des vorhandenen Schwefelsäuregehaltes im Glaubersalz nutzbar machen. Neuerdings, wie zu Giraud in Südfrankreich, kühlt man die Lösung der Mischsalze durch *Carré*sche Eismaschinen [1]) auf -6^0 ab. Das in dieser Maschine verflüchtigte Ammoniak wird in einer Anzahl paralleler dünner Eisenröhren durch einen etwa 4 *m* langen Kasten hindurchgeleitet, geht noch durch einen zweiten Kasten von gleicher Gröfse und dann erst, jetzt meist in Gas verwandelt, nachdem es die Lösung der Mischsalze vorgekühlt hat, in den Einspritzapparat zurück, wo es wieder zu Flüssigkeit verdichtet wird. Die durch das abziehende Ammoniakgas in Röhren vorgekühlte Salzlösung wird in entgegengesetzter Richtung durch die Kasten geführt. Das Glaubersalz scheidet sich vorzugsweise im ersten Kasten in kleinkrystallisirtem, schlammigem Zustande ab. Zwei *Carré*sche Eismaschinen, von denen jede in der Stunde das Kälteäquivalent von 500 *kg* Eis erzeugen, lassen in 24 Stunden 25 bis 30 *t* Glaubersalz absetzen. Durch einen mit beweglichen Schaufeln versehenen Holzrahmen, der sich in der Längsrichtung der Kasten in diesen hin- und herbewegt, wird der Salzschlamm an eine Schmalseite des Kastens geschafft und dort durch ein Becherwerk herausgehoben. Der Schlamm tropft in einem zur Verhütung der Abkühlung mit Bohlen gefütterten Troge ab und wird zur Beseitigung der Mutterlauge durch tropfenweise auffallendes Wasser ausgewaschen. Dann wird er durch Centrifugen ausgeschleudert und kommt zu der oben erwähnten Entwässerung. Zu dem Zwecke werden 45 *Pzt.* Mischsalze zugesetzt, und die Mischung wird in eisernen Cylindern mittels einer Dampfschlange auf 80^0 erwärmt. Es bildet sich dabei wasserfreies Sulfat, während sich die Mischsalze in dem Hydratwasser auflösen. Die Reaktion vollzieht sich nur bei einer Temperatur von mehr als 33^0, weshalb dafür zu sorgen ist, dafs die Abkühlung bis zuletzt nicht unter diesen Temperaturgrad sinkt. Der noch warme Brei wird ausgeschleudert und mit etwas Wasser nachgewaschen, wobei, jedoch immer bei mehr als 33^0, ein Sulfat mit nur 4 *Pzt.* Wasser gewonnen wird, das fast völlig frei von Magnesiumsalzen ist. Die abgeschleuderte Lösung der Mischsalze ist eben die, welche man herstellen

[1]) *P. J.* 1877, **224**, 169. *Amtl. Bericht über die Wiener Ausstellung* 1873. **3**, Abtl. 1, S. 410 (*Wurtz*).

Digitized by Google

müfste, um durch Abkühlung Glaubersalz zu gewinnen. Die Ausführung der Entwässerung verursacht deshalb nur unbedeutende Kosten. Ein Auflösungscylinder von 2 *m* Durchmesser und 1,3 *m* Höhe und eine kleine Schleuder genügen zur Darstellung von täglich 13 *t* Glaubersalz.

b) Die von den Mischsalzen abgezogene Mutterlauge wird in grofse, gemauerte Behälter von geringer Tiefe geleitet, worin sich bei einer Temperatur von etwa 6° *C.* noch der gröfste Teil des schwefelsauren Magnesiums abscheidet. Man vermischt sie mit Kochsalz, so dafs dieses das doppelte Äquivalent ausmacht und gewinnt, wie vorstehend, noch Glaubersalz daraus.

c) Aus der vom Bittersalz (b) abgezogenen Mutterlauge scheidet man Chlorkalium als Carnallit ($KMgCl_3 . 6 H_2O$) ab. Um dieses zu erreichen, müssen Chlorkalium und Chlormagnesium in möglichst konzentrirter heifser Lösung zusammenkommen. Man verdampft die Mutterlauge in einem *Porion*schen Ofen, der mit zwei Flügelwellen versehen ist, bis zu der Konzentration, wo sich schon in der Hitze Salz auszuscheiden beginnt. Sie zeigt dann 34° *B.*, heifs (bei 80°) gemessen. Vor dem Eintritt in den Ofen wird die Lauge in Schlangenröhren durch heifse Carnallitlauge vorgewärmt. Aufserdem dampft man von der als Nebenprodukt erhaltenen Chlormagnesiumlösung in gewöhnlichen, flachen Salzpfannen einen Teil auf 40° *B.*, heifs gemessen, ab, und läfst dann beide Laugen zugleich in einen kleinen, eisernen Mischkessel laufen, so dafs jedenfalls ein Überschufs von Chlormagnesium in der Mischung vorhanden ist. Das Gemisch wird sogleich durch eine Kreiselpumpe in einen grofsen, etwa 5 *m* hohen Cylinder mit kegelförmig zulaufendem Boden gepumpt, worin sich in der Hitze noch eine bedeutende Menge Chlornatrium und schwefelsaures Magnesium als Mischsalz absetzt, da die Löslichkeit durch den Überschufs von Chlormagnesium selbst in der Hitze zu gering geworden ist. Dieser Salzschlamm wird durch ein Becherwerk von dem Boden des Gefäfses heraufgehoben und, wenn die Flüssigkeit abgetropft ist, den Mischsalzen der Salzbeete zugesetzt.

Die von Salzschlamm befreite Lösung enthält alles Kaliumsalz, das beim Abkühlen in Form von Carnallit herauskrystallisirt. Die Lauge fliefst zu dem Zwecke hinter einander durch drei grofse Blechkasten, in der kalte Mutterlauge aus den Winterbehältern in Schlangenröhren in entgegengesetzter Richtung cirkulirt, wodurch die Carnallitlauge genügend abgekühlt wird, während sich die Mutterlauge, wie oben erwähnt wurde, zur Abdampfung im *Porion*schen Ofen vorwärmt. Das meiste Chlormagnesium bleibt in der vom Carnallit abgezogenen Mutterlauge, die man teils durch Eindampfen konzentrirt und von neuem zum Ausfällen des Kaliumsalzes gebraucht, teils aber als entbehrlich fortlaufen läfst, da später immer wieder neues Chlormagnesium bei der Verarbeitung des Carnallits gewonnen wird.

Der so entstandene Carnallit ist ein sehr feiner Schlamm und deshalb viel leichter durch Wasser zu zersetzen, als der in festem Zustande

Digitized by Google

bergmännisch als Mineral aus den Kaliumsalzlagern gewonnene. Er spaltet sich, wenn er mit einer zu seiner Lösung nicht einmal zureichenden Menge Wasser anhaltend verrührt wird, wobei Chlormagnesium in Lösung geht und Chlorkalium in fester Form zurückbleibt. Der rohe, 20 *Pzt.* Chlorkalium enthaltende Schlamm wird zunächst mit der bei dem folgenden Vorgange entstehenden Lauge verrührt und dadurch teilweise zersetzt, so dafs der Chlorkaliumgehalt des festen Rückstandes auf 40 *Pzt.* steigt. Die dann entstehende, an Kalium noch ziemlich reiche Lauge wird im *Porion*schen Ofen eingedampft und dient von neuem zum Fällen von Carnallit, so dafs ihr eigener Kaliumgehalt nicht verloren geht. Der 40 *pzt.* Rückstand wird dann zum zweitenmal, jetzt aber mit frischem Wasser verrührt und dadurch, je nach dem Verbrauchszwecke, auf 65 bis 82 *Pzt.* Chlorkalium gebracht, während die entstehende Lauge zu der eben erwähnten ersten Wäsche des rohen Carnallits dient.

Zu Giraud wird das Produkt meist für landwirtschaftliche Zwecke verkauft, ein Teil dient in der Fabrik zu Salindres bei Alais zur Darstellung von chlorsaurem Kalium.

d) Die nach der Ausscheidung des Carnallits verbleibende Mutterlauge enthält neben Chlormagnesium auch Bromverbindungen. Der Bromgehalt wird durch Destillation mit Schwefelsäure und Braunstein gewonnen (s. S. 979).

Die Schattenseiten des älteren Verfahrens, der Gewinnung des Glaubersalzes und des Carnallits in den Salzbeeten, des ersteren im Winter, des letzteren im Sommer durch weitere Verdunstung des Wassers, wobei man mit Laugenverlusten durch Infiltration, langsamer Verdunstung, Abhängigkeit von der Witterung und anderen Umständen zu rechnen hatte, sind zunächst von *Merle*[1]) im wesentlichen durch oben beschriebenes Verfahren beseitigt worden, jedoch brachte man die Lösung der Mischsalze nur auf 28° *B.* und wandte zur Entwässerung des Glaubersalzes Flammöfen an.

e) Die Mutterlaugen vom Glaubersalz enthalten neben Chlornatrium, Chlorkalium und Chlormagnesium noch 12 bis 15 *Pzt.* des ursprünglichen, an Natrium und Magnesium gebundenen Schwefelsäuregehaltes. Sie werden in eisernen Kesseln auf 36° *B.* eingedampft, wobei sich fast alles Kochsalz als feines Pulver ausscheidet. Dieses wird in Schleudermühlen getrocknet und ist sehr rein. Salzkrusten brennen bei diesem Verfahren nicht auf. Die nach dem Aussoggen des Kochsalzes zurückbleibende Mutterlauge wird zur Gewinnung von Chlorkalium, wie unter c) angegeben ist, verarbeitet.

Nach *Merle* soll 1 *cbm* Mutterlauge von 28° *B.* 40 *kg* wasserfreies, schwefelsaures Natrium, 120 *kg* Kochsalz und 10 *kg* Chlorkalium geben.

Zu Lymington in England dampft man die Mutterlauge in den zur Salzbereitung verwendeten Pfannen zu einem dicken Brei ein,

[1]) *Jahresber. d. chem. Technol.* 1863, S. 279.

Digitized by Google

den man in 2,5 *m* langen, 1,5 *m* breiten und 40 *cm* hohen Holzkasten 24 Stunden stehen läfst, wobei sich Bittersalz ausscheidet. Dieses wird entweder nur von der Mutterlauge getrennt und getrocknet (einfaches Epsomsalz) oder nochmals gelöst und umkrystallisirt (doppeltes Epsomsalz). Aus 8 *Gew.-Tln.* Mutterlauge gewinnt man 1 *Tl.* Bittersalz, und 4 bis 5 *Tle.* auf 100 *Tle.* Kochsalz.

b) Verwertung der Mutterlauge bei Sudsalinen.

Während bei reinen Steinsalzsoolen Mutterlaugen beim Versieden nicht oder nur in geringer Menge zurückbleiben, geben die Quellsoolen und die Soolen, die aus Kalium- und Magnesiumsalze führenden Steinsalzlagern gewonnen werden, einen mehr oder weniger grofsen Rückstand an Mutterlauge, so dafs sich eine weitere Verarbeitung lohnt. Die bei der Verarbeitung der Sinkwerkssoolen auf österreichischen Salinen fallende Mutterlauge wird den Pfannen gewöhnlich wieder zugeführt, da die Mutterlaugensalze in nicht zu grofser Menge als Bindestoff bei der Formsalzbereitung, zur Herstellung fester Stöckel und Füderl erforderlich ist. Auf vielen Salinen läfst man die Mutterlauge wegfliefsen, auf anderen wird sie in der Regel zur Gewinnung der Mutterlaugensalze als Badesalz und zur Gewinnung von Glaubersalz verarbeitet.

Die Zusammensetzung der beim Siedebetriebe abgängigen Mutterlaugen s. S. 628.

Völlig auf Kochsalz mitversotten wird die Mutterlauge z. B. auf der Saline Heinrichshall bei Gera und in der Grafschaft Chester.

Dampft man die Mutterlauge ein, so scheidet sich in der Hitze Kochsalz, beim Erkalten Chlorkalium mit geringen Mengen Kochsalz aus. Setzt man schwefelsäurehaltige Mutterlauge der Winterkälte aus, so setzen sich bei + 4° Chlornatrium und schwefelsaures Magnesium zu Chlormagnesium und schwefelsaurem Natrium um, das bei niedrigerer Temperatur auskrystallisirt. Aus der zurückbleibenden Chlormagnesiumlauge scheidet man; wenn aufser Gyps keine Schwefelsäure darin enthalten ist, durch Kalk Magnesia aus, die man durch verdünnte Schwefelsäure in Bittersalz verwandelt. Oder man setzt der Mutterlauge schwefelsaures Natrium zu, erwärmt sie auf 50° *C.*, wonach unter Abkühlung Bittersalz auskrystallisirt, da sich dann Chlormagnesium und schwefelsaures Natrium zu Bittersalz und Chlornatrium umsetzen. Aus Mutterlaugen, die frei von Chlorcalcium und reich an Magnesiumsalzen sind, fällt man mit erwärmter Sodalösung von 20 bis 25° *B.* kohlensaures Magnesium aus. Dieses wird ausgewaschen, die breiige Masse in einem kupfernen Kessel fast bis zum Siedepunkte erhitzt, wobei Kohlensäure entweicht und sich die Masse unter Aufnahme von Wasser verdickt, und auf diese Weise die im Handel vorkommende Verbindung der *Magnesia alba* gewonnen. Der erhitzte Brei wird in Holzformen gefüllt, die oben und unten offen sind

Digitized by Google

und neben einander auf einem durchlöcherten und mit grober Leinwand bedeckten Brette stehen. Die Formen werden dann abgezogen und die Blöcke in einem luftigen Raume oder durch Wärme getrocknet.

Enthalten die Mutterlaugen neben geringen Mengen von Gyps andere schwefelsaure Salze, so läfst man, wenn Kalium in gröfserer Menge vorhanden ist, bei gewöhnlicher Temperatur das Doppelsalz von schwefelsaurem Kalium-Magnesium ($K_2SO_4 . MgSO_4 + 6H_2O$) auskrystallisiren (s. S. 985). Dieses wird zur Alaunbereitung und zur Pottaschendarstellung (ähnlich wie bei dem *Leblanc*schen Sodaprozesse) verwendet oder durch Kalk in schwefelsaures Kalium, Gyps und Magnesia zerlegt. Ist das Doppelsalz auskrystallisirt, oder fehlt es an Kalium in der vorhandenen Mutterlauge, so läfst man bei etwa 10° C. Bittersalz auskrystallisiren, bei gröfserer Kälte scheidet sich Glaubersalz aus.

Die Mutterlaugen verwendet man häufig, besonders wenn sie Brom- und Jodverbindungen enthalten, für medicinische Zwecke, besonders zu Bädern. Sie werden dann gewöhnlich zur Erleichterung des Transportes und Erhöhung des Salzgehaltes durch weiteres Abdampfen konzentrirt und als konzentrirte Mutterlaugen von 1,21 bis 1,31 *spf. Gew.* abgegeben. In der ersten Friedrichshaller Mutterlauge sind z. B. 4 *Gran* (= 0,24 *g*), in der zweiten 28,4 *Gran* (= 1,70 *g*) und in der dritten 115 *Gran* (6,90 *g*) Bromnatrium in 1 *kg* enthalten. Auch dampft man die Lauge vollständig ein, trocknet die Salze und verkauft sie als Badesalz.

Zur Bromgewinnung hat man die Mutterlaugen früher z. B. in Kreuznach, Schönebeck, Neusalzwerk benutzt. Besonders in Amerika wird seit 1846 die Bromgewinnung aus den Mutterlaugen der Salinen betrieben. Zunächst waren es die Salinen am Alleghanygebirge (bei Natrona und Tarentum), später ist die Gewinnung auch auf den Salinen in Pennsylvanien (Pittsburg), New-York (Syrakus), Ohio (Pomeroy) und Westvirginien (Parkershall und Mason-City) eingeführt worden. Besonders sind die Mutterlaugen der Salinen in der Ohio-Kanawha-Salzregion reich an Brom. In Deutschland hat die Gewinnung aus den Mutterlaugen der Salinen meist aufgehört, seitdem man aus den Endlaugen von der Chlorkaliumfabrikation reichlicher und billiger Brom gewinnen konnte und die Preise durch die starke amerikanische Konkurrenz sehr gesunken waren (s. S. 980).

Auch zur Düngesalzgewinnung verwendet man die Mutterlauge, wobei man den gröfsten Teil Kochsalz abscheidet, und dampft sie, mit gelöschtem Staubkalk, bis zur Trockne ein. Man erhält ein Gemenge von Gyps, Magnesia, Chlornatrium, Chlorcalcium und Kalk. Im Salzkammergute benutzt man die schmutzigen Abfälle beim Salinenbetriebe zu Düngesalz und mischt sie mit $2^1/_2$ bis 9 *Pct.* Kohle.

Heine hat die beim Eindampfen und Abkühlen der Dürrenberger Mutterlauge sich abscheidenden Salze analysirt und folgende Ergebnisse

Digitized by Google

erhalten. Die Mutterlauge (*a*) aus der Siedepfanne wurde in gewöhnlicher Weise in einer kleinen Beipfanne, die von der Abhitze der Siedepfanne geheizt wurde, bei einer Temperatur von 62 bis 75° *C.* bis zur Hälfte eingedampft, die Lauge (*b*) in einen Kasten abgelassen und von den in der Pfanne abgeschiedenen Salzen Proben *d*, *e*, *f*, *g* in vier Lagen von oben nach unten genommen. Nach dem Erkalten der Lauge im Kasten wurden wieder Proben von der Rückstandslauge *c* und von dem Bodensatze des Kastens in zwei Lagen *h* und *i* entnommen. Die Produkte hatten folgende Zusammensetzung:

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*
Chlornatrium . . .	19,671	18,765	15,597	92,807	92,732	91,797	91,464	93,189	93,660
Chlormagnesium .	6,099	7,762	8,483	3,462	2,850	3,306	3,036	2,991	2,418
Schwefels. Kalium	2,870	3,657	3,705	1,561	1,454	1,300	1,376	1,413	0,843
„ Calcium	0,246	—	—	—	—	0,218	—	—	0,128
„ Magnesium	0,812	1,166	1,392	0,403	0,447	0,345	0,526	0,339	0,273
Kieselsäure	0,045	0,016	0,013	—	—	—	—	—	—
Wasser	70,257	68,634	70,810	1,839	2,672	2,854	3,638	1,700	2,301

Reichenhaller Mutterlaugenextrakt aus den Mutterlaugen der oberbayerischen Salinen (Reichenhall, Traunstein, Rosenheim), die die Soole von Berchtesgaden versieden, wird auf die Weise gewonnen, dafs man 100 *Raumtle.* Mutterlauge von 1,250 *spf. Gew.* auf 39 *Raumtle.* eindampft, wobei sich Chlornatrium und Chlorkalium ausscheiden, die man auskrückt. Die Lauge leitet man in Krystallisirgefäfse, wo sich beim Abkühlen Chlorkalium ausscheidet. 100 *Raumtle.* der hierbei verbleibenden Mutterlauge dampft man weiter auf 39 *Raumtle.* ein, wobei sich Chlorkalium, Chlornatrium und schwefelsaures Magnesium abscheiden. Die verbleibende Mutterlauge wird wiederum in Krystallisirgefäfsen abgekühlt, wo sich je nach der Lufttemperatur nach drei bis sechs Tagen ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kaliummagnesium abscheidet. Das nun zurückbleibende Mutterlaugenextrakt von 1,3133 *spf. Gew.* enthält nach *Liebig* in einem Medicinalpfunde = 7680 *Gran* zu je 0,06 *g* folgende Bestandteile:

Chlorkalium	189,32	= 2,465	*Pzt.*
Chlormagnesium	2045,04	= 26,628	„
Chlorlithium	4,17	= 0,054	„
Chlornatrium	157,76	= 2,054	„
Chlorcalcium	—	= —	„
Bromnatrium	54,55	= 0,710	„
Jodnatrium	0,05	= 0,00065	„
Schwefelsaures Magnesium	170,83	= 2,224	„
Wassser und organische Substanzen	4980,58	= 64,851	„

Die Zusammensetzung ist ähnlich der des Kreuznacher Extraktes, worin indessen ein gröfserer Gehalt an Chlorcalcium neben einer geringeren Menge Chlormagnesium enthalten ist.

Digitized by Google

Zu Salzuflen erhält man aus 120 *cbm* gesättigter Soole 3 *cbm* Mutterlauge. Diese wird entweder konzentrirt oder auf Badesalz versotten. Um konzentrirte Mutterlauge zu erhalten, dampft man sie auf ein Drittel der Raummenge ein und läfst sie bis zum anderen Tage abkühlen. Das ausgefallene Badesalz wird ausgekrückt und die verbleibende Flüssigkeit (etwa $^1/_2$ *cbm* auf 3 *cbm* Lauge) ausgeschöpft. Soll nur Badesalz gewonnen werden, so dampft man die Mutterlauge so weit ein, bis sie steif wird, setzt von ausgekrücktem Badesalz und aufserdem etwas weifses Salz (5 *kg* auf 100 *kg*) zu und rührt die Masse eine halbe Stunde gut durch, bis sie trocken ist. Das Salz wird dann in Körbe gefüllt und ins Magazin gebracht. Man bedient sich zum Eindampfen kleiner eiserner Pfannen von 3 *m* Länge und 2,2 *m* Breite mit 50 *cm* hohem Borde und feuert auf einem gewöhnlichen Planroste. Ein Gesiede (3 *cbm* Mutterlauge) dauert 24 Stunden. Man verbrennt dabei 5 *kg* Steinkohle auf 100 *kg* Salz.

In Dürrenberg gewinnt man Mutterlaugensalz in der Weise, dafs man die Mutterlauge in einer kleinen eisernen Pfanne wie beim Siedebetriebe verdampft, das angekrückte, gelblich gefärbte Salz auf eine nebenstehende Tropfbühne ausschlägt und abtropfen läfst, dann Eichenlohebrühe darüber gieſst, wodurch es genügend denaturirt wird und von gewöhnlichem Salze zu unterscheiden ist. Das Salz wird in eisernen, unmittelbar unterfeuerten Kesseln getrocknet, wobei es eine braungelbe Farbe annimmt. Das getrocknete Salz wird auf ein auf Walzen bewegliches Sieb geschlagen und durchgesiebt, die zurückbleibenden gröberen Stücke werden in der Lauge wieder mit aufgelöst. Das auf diese Weise gewonnene Badesalz wird in Holzkübeln aufbewahrt. Der Centner (50 *kg*) wird mit 9 *Mk.* verkauft.

Früher gewann man dort aus der Mutterlauge auch Glaubersalz in Holzkasten bei Winterkälte. Bei niedriger Temperatur scheidet sich das Glaubersalz krystallisirt in den Kasten aus und wird gesammelt. Die übrigbleibende Lauge wurde dann wie vorstehend auf Badesalz verarbeitet.

Zu Schönebeck schlug man früher folgendes Verfahren ein. Im Winter gewann man zunächst aus der Mutterlauge Glaubersalz. Die verbleibende Mutterlauge wurde auf Kochsalz versotten, aus der dabei zurückbleibenden Lauge krystallisirte bei ruhigem Stehen in Sümpfen Chlorkalium aus. Die davon abgezogene Lauge wurde nochmals auf Kochsalz versotten und die hierbei rückständige Lauge lieferte ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kalium-Magnesium mit schwefelsaurem Magnesium im Überschusse, aus dem Bittersalz gewonnen wurde. Ein drittmaliger Sud lieferte noch unreines Kochsalz für Salzsäure und Chlorkalkerzeugung, während die dann noch zurückbleibende Lauge hauptsächlich Chlormagnesium lieferte. Es wurde mit Kalkmilch gefällt und die gefällte Kalkmagnesia mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, wobei man Bittersalz erhielt. Fällt man dagegen mit kohlensaurem Natrium, so erhält man kohlensaures Magnesium. Der Gyps

Digitized by Google

von der Kalkmagnesia findet als Düngemittel Verwendung, das in der Lauge zurückbleibende schwefelsaure Natrium krystallisirt aus der Lauge aus. Beim Fällen mit Ätzkalk bildet sich Chlorcalcium, das zur Salmiakerzeugung aus kohlensaurem Ammonium dient. Aus letzterem wird Ätzammoniak und reines kohlensaures Ammonium bereitet, das Glaubersalz dient meist zur Sodabereitung. Die Rückstände der Salzsäureerzeugung benutzt man noch zur Glaubersalzgewinnung und aus dem Rückstande von der Chlorbereitung stellt man reines schwefelsaures Mangan für den Kattundruck dar.

Zur Gewinnung von Chlormagnesium [1]) aus den Mutterlaugen der Salinen wird die von Kochsalz möglichst befreite Mutterlauge von der Zusammensetzung wie die zu Neusalzwerk bei Minden langsam weiter eingedampft. Es scheidet sich dann noch Kochsalz aus, das indessen schon mehr oder weniger Magnesiumsalze enthält und deshalb bitter schmeckt, so dafs es ungenieſsbar ist. Jedoch kann es noch zur Sodafabrikation verwendet werden. Nach fortgesetztem Sieden erscheint an der Oberfläche eine glänzende Salzhaut, die die ganze Oberfläche bedeckt. Sobald sich diese Erscheinung zeigt, läfst man die Lauge in grofse, in der Erde eingesenkte hölzerne Kasten flieſsen, in denen sich in Verlauf von 10 bis 12 Tagen das Doppelsalz von schwefelsaurem Natrium und schwefelsaurem Magnesium in reichlicher Menge abscheidet. Die davon abgezogene Mutterlauge wird weiter eingedampft, bis sie in der Siedehitze 40° *B.* zeigt. Dann wird sie in Krystallisirgefäfse eingelassen, in denen sich beim Erkalten Chlormagnesium abscheidet. Die letzte mit Chlormagnesium noch gesättigte Mutterlauge enthält beträchtliche Mengen Brommagnesium und wird zur Bromgewinnung durch Chlor benutzt (s. S. 979). Die dabei verbleibende Mutterlauge liefert bei weiterem Abdampfen und darauf folgender Abkühlung wieder Chlormagnesium und kann völlig darauf verarbeitet werden.

Nach einem anderen in Neusalzwerk befolgten Verfahren wird die von der Kochsalzgewinnung abfallende Mutterlauge während des Winters in grofsen hölzernen Reservoiren dem Frost ausgesetzt. Da neben schwefelsaurem Magnesium noch Chlornatrium enthalten ist, so bildet sich Glaubersalz, das sich in grofsen Krystallen ausscheidet. Die verbleibende Mutterlauge wird dann sofort nach Abscheidung des Kochsalzes auf Chlormagnesium verarbeitet, ohne dafs erst eine Abscheidung des Doppelsalzes von schwefelsaurem Natrium-Magnesium erforderlich ist, da diese Salze sich umgesetzt haben und nicht mehr vorhanden sind.

Zur Darstellung des basischen kohlensauren Magnesiums der *Magnesia alba, Magn. carbonica* des Handels, mufs zunächst das Chlorcalcium aus der Mutterlauge entfernt werden. Ist kein Chlorcalcium vorhanden, so kann man die Lauge entweder sofort verwenden, oder

[1]) *Muspratt, Techn. Chemie*, IV. Aufl., 1894, 5, 1046.

Digitized by Google

man läfst zunächst Chlormagnesium auskrystallisiren, damit der gröfste Teil der in den Soolen vorkommenden organischen, humusartigen Verbindungen, die sich in der Mutterlauge ansammeln, damit entfernt wird. Chlorcalcium wird durch schwefelsaures Natrium in schwefelsaures Calcium umgewandelt, das in der konzentrirten Lauge unlöslich ist. Auch kann man die Lauge mit Kalkmilch im Überschufs versetzen, wodurch alles Magnesium als Hydrat gefällt wird. Dies wird mit Wasser ausgewaschen und mit Schwefelsäure behandelt, wodurch sich der überschüssige Kalk in schwefelsaures Calcium umwandelt, das ungelöst zurückbleibt.

Man behandelt dann die Magnesiumsalzlösung mit kohlensaurem Natrium im Überschufs, wie oben (S. 996) angegeben ist. Aus der *Magnesia alba* stellt man durch Glühen die gebrannte Magnesia (*Magnesia usta*) dar.

Zur Bereitung der in der Medizin gebrauchten *Magnesia alba* mufs, damit man ein reines, lockeres Produkt erzielt, weit sorgfältiger verfahren werden, so dass man die chlorcalciumhaltigen Mutterlaugen nicht dazu verwendet [1]). Bei dem Überflufs an Magnesiumsalzen steht besseres Material genügend zur Verfügung.

Schwefelsaures Magnesium [2]) gewinnt man aus den Mutterlaugen der Salinen, z. B. aus der von Neusalzwerk durch Verarbeitung des sich nach der Ausscheidung von Kochsalz bildenden Doppelsalzes von schwefelsaurem Magnesium-Natrium. Dieses ist nur bei Anwesenheit von überschüssigem Chlormagnesium bestandsfähig. Beim Auflösen zerfällt es in seine Bestandteile. Wird es in wenig Wasser gelöst und die Lösung im Sieden erhalten, so scheidet sich schwefelsaures Natrium wasserfrei ab. Wenn keine Krystalle dieses Salzes mehr entstehen, wird die Lauge in Krystallisirkasten abgelassen, und es scheidet sich schwefelsaures Magnesium ab.

Unter anderen Verhältnissen läfst sich das schwefelsaure Magnesium dadurch gewinnen, dafs man das vorhandene Chlormagnesium durch Schwefelsäure in schwefelsaures Magnesium überführt. Oder man fällt aus den Laugen durch Kalkmilch Magnesia aus und führt diese in schwefelsaures Salz über.

Aufser den Mutterlaugen bildet auch der Pfannenstein der Salinen ein geeignetes Material zur Gewinnung von Glaubersalz [3]). Er enthält im wesentlichen schwefelsaures Calcium und schwefelsaures Natrium neben Kochsalz. Man laugt den Pfannenstein mit Wasser aus, wobei man am besten etwas angewärmtes Wasser benutzt und das Auslaugen in ähnlichen Apparaten vollzieht, wie beim Auflösen des Steinsalzes (s. S. 484) oder wie bei der Gewinnung der Potasche durch Auslaugen von Holzasche (*Muspratt* a. a. O. 1892, 4, 857), wobei man die

[1]) *Muspratt* a. a. O. 1894, 5, 1055.
[2]) Ebend. S. 1063.
[3]) Ebend. 1896, 6, 847.

Digitized by Google

von einem Lösegefäfse abgezogene Lauge auf ein folgendes, mit frischem Pfannenstein gefülltes Lösegefäfs giebt und so durch vier Lösegefäfse, während das erste immer wieder frisches Wasser zum Auflösen erhält. Schwefelsaures Natrium löst sich dabei auf, Gyps bleibt zurück, da er in einer gesättigten Salzlösung nicht in Lösung bleibt. Der ausgelaugte Pfannenstein kann dann als Düngegyps zu landwirtschaftlichen Zwecken Verwendung finden. Man wiederholt die Auslaugung in dieser Weise mit derselben Lauge und frischem Pfannenstein mehreremale, bis die Lauge etwa auf 25 bis 26° *B.* angereichert ist. Man bewahrt sie dann in hölzernen Behältern bis zum Winter auf, wo dann das Glaubersalz bei Frost auskrystallisirt, oder man dampft sie ein, filtrirt sie zur Klärung durch leinene Beutel und läfst sie bei gewöhnlicher Temperatur krystallisiren.

Als Krystallisirgefäfse benutzt man lange, flache, hölzerne Kasten, die, wenn sie nicht anderweitig genügend abgedichtet sind, und auch um das Eindringen der Lauge in das Holz zu verhüten, mit Walzblei ausgeschlagen sind. Die Lauge läfst man nicht höher als etwa 8 *cm* ein, damit sich nicht zu grofse harte Krystalle abscheiden. Wenn die Krystallisation beginnt, zieht man mit einer hölzernen Krücke einmal in der ganzen Länge des Behälters durch. Es entstehen dann infolge der schwachen Bewegung einzelne kleine Krystalle, die sich bei der später wieder eintretenden Ruhe nur in der Richtung der Längsachse ausdehnen, so dafs das Salz ein spiefsiges Ansehen erhält, wie es bei dem englischen Glaubersalz beliebt ist. Bei stärkerer Bewegung würde Salzschlamm entstehen, bei völliger Ruhe würden sich grofse Krystallmassen an den Böden und den Wänden so fest ansetzen, dafs sie nur mit Gewalt losgebrochen werden könnten.

Nach völligem Erkalten wird die Mutterlauge mittels Heber abgezogen, das Salz in einen mit Zapfloch versehenen Bottich gefüllt und dort mit frischem, möglichst kaltem Wasser etwas überbraust, damit die anhaftende Mutterlauge abgewaschen wird, dann abtropfen gelassen und im Sommer an geschützter Stelle im Freien, im Winter in warmen Trockenkammern auf Horden getrocknet. Man läfst das Salz nicht zu lange an der Luft liegen, damit die Krystalle nicht verwittern und unansehnlich werden.

Chemische Untersuchung der Zusammensetzung der Salze und Soolen[1]).

Bei der Prüfung der Salze und Soolen auf ihre Bestandteile wird man in der Regel folgende Stoffe zu bestimmen haben.

[1]) *H. Rose-R. Finkener*, Handbuch der Analytischen Chemie, 6. Aufl. Leipzig 1871 (II. Tl.) — *C. F. Rammelsberg*, Leitfaden für die quantitative chemische Analyse, besonders der Mineralien und Hüttenprodukte, 3. Aufl. Berlin 1874.

Digitized by Google

A. Säuren und Salzbildner.

1. Kohlensäure,
   a) freie Kohlensäure,
   b) gebundene Kohlensäure.
2. Schwefelsäure.
3. Chlor.
4. Brom.
5. Jod.

Unter Umständen auch als untergeordnete Bestandteile:

6. Borsäure.
7. Phosphorsäure.
8. Salpetersäure.
9. Kieselsäure.

B. Basen.

1. Calcium.
2. Magnesium.
3. Kalium.
4. Natrium.
5. Eisen.

Unter Umständen auch als untergeordnete Bestandteile:

6. Strontium.
7. Lithium.
8. Rubidium.
9. Cäsium.
10. Thallium.
11. Mangan.
12. Ammonium.
13. Thonerde

und ferner Krystallwasser und freies Wasser, sowie organische Substanz.

Aufserdem kann die Feststellung von Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoff und von anderen als den genannten Metallen: z. B. Kupfer, Zink, von Säuren: schweflige und unterschweflige Säure, auch Fluor, Baryum und andere Stoffe in betracht kommen.

In den Salzen und Soolen wird man in der Regel nur die gewöhnlichen Bestandteile, Schwefelsäure, Chlor, auch wohl Kohlensäure, sowie Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, vielleicht Eisen, in den Mutterlaugen auch Brom und Jod bestimmen.

In welcher Weise Säuren und Basen zu Salzen mit einander verbunden sind, ergiebt sich aus der Betrachtung, dafs Kohlensäure zunächst an Calcium als saures kohlensaures Calcium und, wenn Eisen vorhanden ist, auch an dieses als saures kohlensaures Eisenoxydul,

Digitized by Google

weiter überschüssige Kohlensäure an Magnesium als saures kohlensaures Magnesium und dann etwa auch an Natrium gebunden sein wird. Etwa nicht gebundene, also freie Kohlensäure wird besonders zu bestimmen und von der Gesammtmenge an Kohlensäure abzuziehen sein.

Die Schwefelsäure wird in erster Linie an Calcium gebunden sein, im übrigen teils an Alkalien (Kalium und Natrium), teils an Magnesium (über die in dieser Beziehung aufgestellten Regeln s. S. 73). In den Soolen ist das Verhältnis der Mengen von schwefelsaurem Natrium, schwefelsaurem Magnesium, Chlornatrium und Chlormagnesium verschieden, je nachdem die Temperatur niedrig oder hoch ist. Bei niedriger Temperatur bilden sich aus Chlornatrium und schwefelsaurem Magnesium schwefelsaures Natrium und Chlormagnesium, bei hoher Temperatur aus diesen schwefelsaures Magnesium und Chlornatrium. Deshalb erhält man bei der Gewinnung des Kochsalzes bei Frosttemperatur aus derselben Soole ein Salz mit etwas anders zusammengesetzten Nebensalzen, als bei der Gewinnung des Kochsalzes in Siedehitze. Bei der Analyse wird man das in der Wärme bestehende Salzverhältnis maßgebend sein lassen. Nach *J.* und *S. Wiernik* (s. S. 73) ist es möglich, aus dem Salzgemische Chlormagnesium durch Alkohol auszuziehen. Nur soweit über diese damit festgestellte Menge hinaus Magnesium in den Salzen vorhanden ist, wird es als schwefelsaures Magnesium zu berechnen und etwa dann noch verbleibende Mengen Schwefelsäure dem Natrium zuzuteilen sein. Vorhandenes Brom wird in der Verbindung von Brommagnesium vorhanden sein, Jod desgleichen oder beide auch in der Verbindung mit Natrium.

Untersuchung von Steinsalz, Seesalz, Siedesalz.

Wasserbestimmung. Eine fein verriebene, gewogene Probe wird im Exsikkator getrocknet. Der Gewichtsunterschied zeigt, wie viel Wasser gegen den lufttrockenen Zustand im Salz enthalten ist. Dann wird unter Erwärmung bis 130° im Trockenapparate getrocknet, wodurch das Wasser, das noch Salze gelöst hält und das meiste Krystallwasser verdampft, ohne daß man eine Zersetzung von Salzen, besonders von Chlormagnesium, die bei höherer Temperatur eintreten würde, zu befürchten hat. Im übrigen wird man das Wasser aus dem Analysenverluste berechnen, nachdem man die übrigen Stoffe bestimmt hat.

Will man jedoch den Wassergehalt unmittelbar bestimmen und beim Trocknen unter stärkerer Erwärmung eine Zersetzung von Chlormagnesium vermeiden, so löst man die Probe in Wasser und fügt eine gewogene Menge schwefelsaures Kalium bei. Man kann dann nach dem Abdampfen und Trocknen mäßig glühen und damit alles Krystallwasser entfernen. Vor dem Wägen läßt man die Probe im Exsikkator erkalten.

Digitized by Google

Rückstand. Der beim Auflösen der Probe in Wasser verbleibende Rückstand enthält in der Regel Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Gyps u. a. und wird bei geringfügiger Menge gewöhnlich nicht auf die einzelnen Stoffe untersucht.

Im übrigen verfährt man mit der in Lösung gebrachten Salzprobe wie bei der Untersuchung der Soolen.

Untersuchung der Soolen.

Bestimmung der Kohlensäure. Man treibt die Kohlensäure durch Kochen aus und läfst sie getrocknet in einer Kalihydratlösung absorbiren, durch deren Gewichtszunahme die Menge der durch Kochen frei werdenden Kohlensäure sich ergiebt. Einfach kohlensaures Calcium und Magnesium bleiben, wenn Kohlensäure nur an diese gebunden war, als Niederschlag in der Lösung zurück. Sind auch kohlensaure Alkalien vorhanden, so setzt man vorher Chlorbaryum oder Chlorcalcium zu, um die kohlensauren Alkalien zu zersetzen.

Auch durch Einleiten der Kohlensäure in eine abgemessene Menge von Barytwasser, dem Chlorbaryum zugesetzt ist, und Titriren eines bestimmten Volumens der nach dem Absetzen des kohlensauren Baryums klar gewordenen Flüssigkeit mit einer Oxalsäurelösung, von der z. B. 1 *ccm* so viel Baryterde neutralisirt, wie 1 *mg* Kohlensäure, kann man die Menge der frei gewordenen Kohlensäure bestimmen.

Um die ganze Menge gebundener und freier Kohlensäure zu finden, fällt man mit Chlorbaryum, das mit Ammoniak versetzt ist, wenn doppelkohlensaure Salze vorhanden sind, sonst ohne dieses, und treibt aus dem gefällten kohlensauren Baryum mittels einer Säure die Kohlensäure aus, die wie oben absorbirt und danach bestimmt wird.

Hat man zunächst die durch Kochen frei werdende Kohlensäure bestimmt, so kann man durch Zusatz von Chlorbaryum und Kochen in dem Niederschlage, der bei Gegenwart von schwefelsauren Salzen aus kohlensaurem und schwefelsaurem Baryum besteht, die in den einfach kohlensauren Salzen enthaltene Kohlensäure bestimmen. Aus der gefundenen Gesammtmenge von Kohlensäure berechnet man die Menge der Kohlensäure, die zur Bildung von doppelkohlensauren Salzen aus den vorhandenen einfach kohlensauren Salzen erforderlich ist, als halb gebundene Kohlensäure, den Rest als freie Kohlensäure.

Kocht man die Soolen, um kohlensaure Erden auszufällen, so wird aufser diesen noch schwefelsaures Calcium ausfallen. Man wird also zur Bestimmung der Mengen von Erden, die an Kohlensäure gebunden sind, auch die im Rückstande enthaltene Schwefelsäuremenge zu bestimmen haben. Beim Auflösen des Rückstandes in Salzsäure bleiben häufig geringe Mengen Thon und Kieselsäure ungelöst zurück, die dabei zu bestimmen sind.

Digitized by Google

Schwefelsäure. Man bestimmt die Schwefelsäure in Salzlösungen und Soolen in der Weise, dafs man die Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure etwas ansäuert, kocht und dann eine stark verdünnte heifse Lösung von Chlorbaryum unter Umrühren zusetzt. Der krystallinische Niederschlag von schwefelsaurem Baryum fällt, besonders wenn viel Chloralkalien zugegen sind, erst nach einiger Zeit aus. Es wird nach dem Erkalten dann noch so viel konzentrirte Chlorbaryumlösung zugesetzt, als zur vollständigen Fällung erforderlich ist. Nach einigen Stunden läfst sich der Niederschlag gut abfiltriren und daraus nach dem Trocknen die Menge Schwefelsäure berechnen.

Chlor. Das Chlor in der Salzlösung bestimmt man quantitativ oder mafsanalytisch durch salpetersaures Silber, wobei Chlorsilber ausgefällt wird. Aus dem Gewichte des Niederschlages berechnet man die Menge Chlor.

Es ist dabei zweckmäfsig, die Lösung durch Salpetersäure etwas anzusäuern und das Chlorsilber aus einer verdünnten und erwärmten Lösung unter beständigem Umrühren zu fällen. Die Flüssigkeit klärt sich sonst erst nach längerer Zeit. Den Niederschlag wäscht man auf einem gewogenen Filter aus, wobei dem Waschwasser einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt werden, und trocknet bei 100°. Verwendet man kein gewogenes Filter, so nimmt man den Niederschlag davon und verbrennt das Filter für sich in einem Porzellantiegel, setzt der Asche einen oder zwei Tropfen Salpetersäure zu und nach einigem Erwärmen noch einen Tropfen Chlorwasserstoffsäure, dampft bis zur Trockne ein, fügt dann das Chlorsilber hinzu und bringt es bei mäfsiger Wärme zum Schmelzen. Es mufs vorher völlig trocken sein, da sonst durch Verspritzen Verluste entstehen.

Mafsanalytisch bestimmt man in ähnlicher Weise den Chlorgehalt durch eine Silberlösung, wie in einer Silberlösung den Silbergehalt durch eine Chlornatriumlösung. Dazu benutzt man eine Lösung von salpetersaurem Silber von bestimmtem Gehalte, so dafs eine bestimmte Mafseinheit der Lösung, die zu verwenden ist, einer bestimmten Menge Chlor entspricht.

Um bei der Fällung genau den Augenblick feststellen zu können, wo alles Chlor in Chlorsilber ausgefällt ist, fügt man zu der Salzlösung einige Tropfen von neutralem chromsaurem Kalium, wodurch sie hellgelb gefärbt wird. Silberlösung, die nicht mehr durch Chlor gebunden wird, ruft eine rote Färbung von chromsaurem Silberoxyd hervor. Man erkennt dann, wenn die rote Färbung auch beim Umrühren nicht mehr verschwindet, daran, dafs alles Chlor ausgefällt ist. Dies Verfahren wird man zweckmäfsig anwenden, wenn die Menge der Chlorsalze nur gering ist und wenn die Lösung möglichst konzentrirt ist. Die mafsanalytische Bestimmung wird man auch zur Kontrolle der quantitativen Bestimmung ausführen können. Will man die bei der Fällung des

Digitized by Google

Chlorsilbers zurückbleibende Lösung weiter zur Bestimmung der Basen benutzen, so muſs man das Silber der überschüssig zugesetzten Lösung von salpetersaurem Silber durch Chlorwasserstoffsäure ausfällen.

Brom. Dies ist in der Regel nur in sehr geringen Mengen in den zu untersuchenden Salzen und Soolen vorhanden. Man wird es meist nur in Mutterlaugen nachzuweisen und zu bestimmen haben. Bei Soolen und Salzen, die man löst, läſst man durch Eindampfen zunächst den gröſseren Teil der Salze auskrystallisiren und stellt sich auf diese Weise eine Mutterlauge zur Untersuchung her. Man bestimmt das Brom bei sehr geringen Mengen auch kolorimetrisch. In der Regel wird man es bei der quantitativen Bestimmung von Chlor zu trennen haben. Es läſst sich wie Chlor als Bromsilber fällen, das ähnliche Eigenschaften wie Chlorsilber hat. Man fällt mit salpetersaurem Silber Chlor- und Bromsilber, stellt das Gewicht des gemischten Niederschlages fest und verwandelt dann alles in Chlorsilber, indem man das Brom durch Chlorgas austreibt und aus der Differenz den Bromgehalt ermittelt. Den Niederschlag von Chlor- und Bromsilber muſs man gegen die Einwirkung des Tageslichtes schützen, da sonst eine Zersetzung stattfindet.

Das Molekulargewicht des Chlorsilbers ist 143,6, das des Bromsilbers 188,1, der Unterschied 44,5. Der gefundene Gewichtsunterschied (u) verhält sich zu dem vorhandenen Bromgehalt (b) wie 44,5 zu 80 (Atomgewicht des Broms), es ist also $b = \frac{80\,u}{44{,}5}$, oder $b = 1{,}798\,u$.

Zur Umwandlung des Bromsilbers in Chlorsilber bringt man den gemischten Niederschlag in eine Kugelröhre, deren Gewicht genau bestimmt ist. Man wägt dann das Ganze, um das Gewicht des Gemisches festzustellen. Man schmilzt das Gemenge und leitet einen Strom von getrocknetem Chlorgas darüber. Das Brom entweicht dabei nach und nach. Die Behandlung muſs mehrere Stunden lang fortgesetzt werden. Man läſst dann die Kugel erkalten, leitet atmosphärische Luft hindurch, um das Chlorgas zu verdrängen, und bestimmt von neuem das Gewicht. Man wiederholt die Behandlung mit Chlorgas noch eine Stunde lang und untersucht, ob das Gewicht dasselbe bleibt, und fährt so lange fort, bis keine weitere Gewichtsabnahme zu bemerken ist.

Schwierig ist es, bei einem groſsen Überschuſs von Chlorsilber alles Bromsilber durch Chlorgas umzuwandeln. *Fehling*[1]) ermittelte, daſs bei der Fällung mit salpetersaurem Silber alles Bromsilber bereits im ersten Niederschlage ausfällt, so daſs man nicht die ganze Menge Chlor mit auszufällen braucht. Man behandelt deshalb den kalt gefällten ersten Niederschlag für sich, wie oben beschrieben ist, und

[1]) *J. f. prakt. Chem.* 45, 269.

Digitized by Google

erhält dann eine genauere Brombestimmung. Im Filtrat fällt man den Rest des Chlors mit salpetersaurem Silber.

Einfacher und leichter anwendbar ist die von *Mohr* eingeführte Methode, bei der man die Menge des Silbers ermittelt, die zur Fällung erforderlich ist. Man berechnet daraus die entsprechende Menge Chlorsilber und ermittelt den Gewichtsunterschied zwischen diesem und dem Gewichte des Niederschlages von Brom- und Chlorsilber.

Nach diesem Verfahren wägt man so viel Silber, dafs jedenfalls der ganze Bromgehalt und noch etwas Chlor gefällt werden, bringt es in eine vorher gewogene Kochflasche und löst es in verdünnter Salpetersäure auf. Dann fügt man die bromhaltige Flüssigkeit hinzu. Man läfst den Inhalt 24 Stunden bei wiederholtem Umschütteln stehen und kann dann die darüber stehende Flüssigkeit durch einen Heber oder durch Abgiefsen abziehen. Der Niederschlag wird wiederholt ausgewaschen und das Waschwasser wie vorhin abgezogen. Der Niederschlag ist dann in kurzer Zeit rein.

Dies Verfahren ist angängig, da der Niederschlag fest am Boden liegt, nur kleine Teilchen schwimmen wohl an der Oberfläche. Der Niederschlag wird in der Flasche getrocknet, indem man künstlich durch Aussaugen oder mittels eines Blasebalges Luftwechsel hervorruft. Aus dem Gewichte des bis zum Schmelzen getrockneten Niederschlages und dem des darin enthaltenen Silbers berechnet sich, wie oben angegeben ist, die Brommenge.

Wendet man eine titrirte Silberlösung an, so fällt man Brom und Chlor vollständig aus, berechnet die dem Silberlösungsverbrauche entsprechende Menge Chlorsilber und findet aus dem Unterschiede zwischen dieser und dem Gewichte des Niederschlages den Bromgehalt.

Ist neben Chlor und Brom auch Jod vorhanden, so mufs letzteres erst aus der Lösung entfernt werden, was durch Fällung mit salpetersaurem Palladium als Jodpalladium möglich ist. Der Überschufs von Palladium wird durch Einleiten von Schwefelwasserstoff abgeschieden und der in der Flüssigkeit verbleibende Schwefelwasserstoff unter mäfsigem Erwärmen durch Kohlensäure verdrängt oder durch eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd abgeschieden, worauf Chlor und Brom mit salpetersaurem Silber bestimmt werden.

Jod wird man aus schwefelsaurer Lösung auch durch salpetrige Säure abscheiden und durch Ausschütteln mit Schwefelkohlenstoff entfernen können.

In jodfreien Laugen kann man den Bromgehalt schnell, aber nicht sehr genau in der Weise ermitteln, dafs man eine abgemessene Menge der zu untersuchenden Flüssigkeit in einen Cylinder bringt, Chloroform hinzufügt und so lange mit Chlorwasser von bestimmtem Gehalte versetzt, bis die durch die Ausscheidung von Brom entstandene dunkle Färbung des Chloroforms infolge der Entstehung von Chlorbrom wieder

Digitized by Google

verschwindet. Das in der Hälfte des zugefügten Chlorwassers enthaltene Chlor entspricht der Menge Brom in der Lauge.

Kolorimetrisch läfst sich Brom in den Mutterlaugen nach dem von *Heine* angegebenen und durch *Fehling* abgeänderten Verfahren bestimmen, wonach das Brom durch Chlorgas frei gemacht und in Äther aufgesammelt wird, den es braun färbt.

Jod. Hat man neben Chlor nur Jod zu bestimmen, so kann man in derselben Weise verfahren, wie bei der Brombestimmung, beides durch salpetersaures Silber fällen, durch Chlorgas das Jod aus dem gemischten Niederschlage austreiben und aus dem Gewichtsunterschiede den Jodgehalt berechnen. Der Gewichtsunterschied ist dann mit 1,388 zu multipliziren. Das Atomgewicht des Jods = 127 weniger dem des Chlors = 35,5 ist 91,5 und es verhält sich 91,5 : 127 = 1 : 1,388. Jod wird durch Chlorgas noch leichter als Brom verdrängt, so dafs die Jodbestimmung auf diese Weise genauer als die Brombestimmung ausfällt.

Ist auch Brom zugegen, so fällt man das Jod durch salpetersaures Palladium, wie oben angeführt wurde, was immer dann angängig ist, wenn viel Chlorsalze mit in Lösung sind. Es entsteht ein tiefschwarzer Niederschlag von Palladiumjodür, der sich vollständig, jedoch langsam absetzt. Erst nach 24 Stunden filtrirt man und wäscht mit heifsem Wasser aus. Man kann den Niederschlag mit gewogenem Filter bei 100° trocknen und als Palladiumjodür wägen, oder in einem Porzellan- oder Platintiegel glühen, wobei alles Jod verflüchtigt wird, und dann unter einem Wasserstoffstrome glühen, wobei metallisches Palladium zurückbleibt, aus dessen Gewicht die Menge des zur Bildung von Palladiumjodür (PdJ_2) erforderlichen Jods berechnet wird. (Molekulargewicht des Palladiumjodürs 360, oder auf 106 *Gewtl.* Palladium 254 Jod.

Man kann auch in folgender Weise verfahren. In drei gleichen Mengen Mutterlauge fällt man Chlor, Brom und Jod durch salpetersaures Silber vollständig und wäscht den Niederschlag aus. Einen davon trocknet man und bestimmt das Gewicht von Silberchlorür, -bromür, -jodür. Der zweite wird mit einer Auflösung von Bromkalium digerirt und dadurch Chlorsilber in Bromsilber verwandelt. Der Niederschlag wird dann getrocknet und gewogen und enthält Silberbromür und -jodür. Der dritte Niederschlag wird mit Jodkaliumlösung digerirt und liefert dann Jodsilber, dessen Gewicht ebenfalls bestimmt wird. Multiplizirt man den Gewichtsunterschied zwischen dem ersten und zweiten Niederschlage mit 1,798 (s. S. 1010), so erhält man die Gewichtsmenge Chlor; multiplizirt man den Gewichtsunterschied zwischen dem zweiten und dritten Niederschlage mit 1,7 (das Verhältnis des Atomgewichtes des Broms = 80 zu dem Unterschiede der Atomgewichte von Jod und Brom = 47) und zieht diejenige Menge Brom ab, die der Menge des gefundenen Chlors äquivalent ist, so erhält man den Gehalt an Brom.

Digitized by Google

Aus der gefundenen Menge Chlor und Brom berechnet man das Gewicht der von ihnen gebildeten Silbersalze und zieht dieses von dem Gewichte des ersten Niederschlages ab, findet dadurch das Gewicht des Jodsilbers und berechnet daraus den Jodgehalt.

Maſsanalytisch bestimmt man den Jodgehalt dadurch, daſs man das Jod durch Untersalpetersäure frei macht, in Schwefelkohlenstoff sammelt und mit einer stark verdünnten, titrirten Lösung von unterschwefligsaurem Natrium versetzt, bis der Schwefelkohlenstoff sich entfärbt. Untersalpetersäure macht nur Jod, aber kein Brom frei. Das freie Jod wird der Flüssigkeit durch wiederholtes Schütteln mit immer wieder frischen Mengen Schwefelkohlenstoff entzogen. Der Schwefelkohlenstoff verbleibt unter einer Wasserschicht und wird mit einer $^1/_{100}$ Normallösung unterschwefligsaurem Natrium titrirt. Brom und Chlor werden dann als Brom- und Chlorsilber gefällt und, wie oben angegeben ist, bestimmt.

Um alle drei Halogene unmittelbar zu bestimmen, wendet man einen Destillationsapparat an[1]), durch dessen Tubulus eine Dampfzuleitungsröhre eingeführt ist.

Man bringt 100 *ccm* Wasser, 40 *g* doppelchromsaures Kalium und 0,4 *g* der zu untersuchenden Substanz, die keine freie Säure enthalten darf, in den Apparat und destillirt im Dampfstrome in eine mit Jodkaliumlösung gefüllte Vorlage. Die Jodsalze werden zersetzt, nach etwa 10 Minuten langem Kochen ist alles Jod ausgetrieben und in der Vorlage gesammelt, wo es mit unterschwefligsaurem Natrium titrit wird. In die Vorlage bringt man eine neue Menge Jodkaliumlösung und in die Retorte giebt man 8 *ccm* verdünnte Schwefelsäure (1 : 1), wodurch die Bromsalze zersetzt werden und beim Kochen Brom in die Vorlage überdestillirt und hier eine entsprechende Menge Jod im Jodkalium frei macht, dessen Menge durch die Titrirlösung von unterschwefligsaurem Natrium bestimmt wird. Aus der Menge Jod läſst sich die äquivalente Menge Brom berechnen. Der dann verbleibende Inhalt des Destillationsgefäſses enthält Chromoxychlorid, das durch Verdünnen mit Wasser zersetzt wird. Das Chlor wird dann nach Zusatz von etwas Salpetersäure durch salpetersaures Silber gefällt.

Geringe Mengen von Jod lassen sich durch die Färbung des Stärkekleisters nachweisen, wenn man das Jod in der Salzlösung durch Zusatz von Schwefelsäure, der etwas Untersalpetersäure zugesetzt ist, frei macht.

Bestimmung der Gesammtmenge der vorhandenen Salze. Eine bestimmt abgemessene Menge Soole wird zunächst in einer Porzellanschale, zuletzt im gewogenen Platintiegel eingedampft. Damit beim Eindampfen kein Verlust, Zersetzung von Chlor-, auch Brom- und Jodmagnesium entsteht, wird vorher eine gewogene Menge schwefel-

[1]) Nach *Dechan*, *Zeitschr. f. anal. Chem.* 28, 705.

Digitized by Google

saures Kalium zugesetzt. Der Rückstand kann dann vor dem Wägen schwach geglüht werden. Vorhandene organische Substanzen werden den Rückstand bräunen oder schwärzen.

Zur Entfernung der organischen Substanzen wird man den Rückstand mehreremale mit wenig Wasser ausziehen, man trocknet ihn dann auf dem Wasserbade und glüht ihn so stark, dafs die organischen Substanzen durch Verbrennung entfernt werden. Dann setzt man das zum Ausziehen verwendete Wasser wieder zu und dampft bis zur Trockne ein, worauf das Gewicht des Rückstandes ohne organische Substanzen festzustellen ist.

Organische Substanzen. Die Menge der in der Soole oder Lösung vorhandenen organischen Substanzen bestimmt man durch Titriren mit übermangansaurem Kalium.

Rückstand. Die durch Abdampfen u. s. w. erhaltene Salzmenge löst man in Wasser auf, säuert die Lösung mit Chlorwasserstoffsäure an und trocknet ein, um die Kieselsäure abzuscheiden. Man löst dann mit Chlorwasserstoffsäure auf, setzt so viel Wasser zu, dafs alles schwefelsaure Calcium gelöst wird und filtrirt. Der Rückstand giebt die Menge Kieselsäure an.

Thonerde, Eisenoxyd. Ein vorsichtiger Zusatz von Ammoniak zum Filtrat ruft mitunter eine Trübung hervor, die von Thonerde und Eisenoxyd herrührt. Aus dem abfiltrirten Niederschlage wird sich deren Menge berechnen lassen.

Calcium. Aus der ammoniakalischen Lösung fällt man Kalk durch Oxalsäurelösung oder durch oxalsaures Ammonium als oxalsaures Calcium, dessen Niederschlag sich erst nach längerer Zeit in der Wärme absetzt. Der Niederschlag wird nach dem Trocknen durch anhaltendes, etwa 10 Minuten langes scharfes Glühen im Platintiegel mittels Gebläse in reine Kalkerde verwandelt, die man im Exsikkator erkalten läfst und nach etwa $^1/_4$ Stunde wägt.

Magnesium. Aus dem von oxalsaurem Calcium befreiten Filtrat fällt man die Magnesia als phosphorsaures Ammoniakmagnesium. Die Lösung wird zu dem Zwecke mit Ammoniak übersättigt und mit einer Lösung von ungeglühtem phosphorsaurem Natrium versetzt. Ein durch Ammoniak etwa erzeugter Niederschlag wird durch Chlorammonium gelöst.

Der Niederschlag von phosphorsaurem Ammoniakmagnesium braucht längere Zeit zum vollständigen Absetzen und wird dann abfiltrirt und mit ammoniakhaltigem Wasser ausgewaschen.

Durch Glühen des trockenen Niederschlages in einem Porzellan-

Digitized by Google

tiegel wird das phosphorsaure Ammoniakmagnesium in reines phosphorsaures Magnesium ($Mg_2P_2O_7$) übergeführt.

Will man das Filtrat noch zur Bestimmung der Alkalien benutzen, so fällt man das Magnesium mit kohlensaurem Ammonium aus schwach ammoniakalischer, ziemlich konzentrirter Lösung als kohlensaures Magnesium. Die Lösung des neutralen kohlensauren Ammoniums wird im Überschufs zugesetzt. Der sich nach einiger Zeit absondernde krystallinische Niederschlag von dem Doppelsalze des neutralen kohlensauren Magnesiums mit neutralem kohlensaurem Ammonium ist in einer konzentrirten Lösung von neutralem kohlensaurem Ammonium unlöslich. Der Niederschlag wird mit der konzentrirten Fällungsflüssigkeit ausgewaschen. Nach dem Glühen des Niederschlages bleibt reine Magnesia zurück.

Auch kann man das von der Fällung des Calciums herrührende Filtrat zur Absonderung des Magnesiums zunächst eindampfen und durch Erhitzen im Tiegel von Ammoniaksalzen befreien, den Rückstand dann in einer gröfseren Menge Wasser lösen, die Lösung im Überschufs mit Barytwasser versetzen und einige Minuten kochen, wobei sich ein Niederschlag von schwefelsaurem und kohlensaurem Baryum und Magnesia bildet, der abfiltrirt und mit heifsem Wasser ausgewaschen wird. Um das Filtrat, das die Alkalien enthält und einen Überschufs von Baryt enthalten mufs, zur Bestimmung der Alkalien verwenden zu können, wird es mit einem Gemisch von Ammoniak und kohlensaurem Ammonium versetzt, wobei sich kohlensaures Baryum abscheidet, das abfiltrirt wird. Zur Bestimmung des Magnesiums im ersteren Barytniederschlage wird dieser mit verdünnter Salzsäure gelöst und dann sogleich mit so viel Schwefelsäure versetzt, als zur Ausfällung des aufgelösten Baryts erforderlich ist, dann wird der Niederschlag von schwefelsaurem Baryum abfiltrirt und das Filtrat mit Ammoniak und phosphorsaurem Natrium zur Fällung des Magnesiumsalzes wie oben behandelt.

Alkalien. Aus dem von dem kohlensauren Ammoniakmagnesium oder vom Baryt befreiten Filtrate erhält man die Alkalien durch Abdampfen über dem Wasserbade und schwaches Glühen des trockenen Rückstandes. Man dampft zuletzt im Platintiegel ein, übersättigt etwas mit Chlorwasserstoffsäure und verdampft bis zur Trockne, glüht darauf schwach im bedeckten Tiegel und erhält dann die Alkalien als Chlorüre, deren Gewicht festgestellt wird. Dann wird das Salzgemisch im Platintiegel gelöst. Ein kleiner Rückstand von Kieselsäure kann vorhanden sein, der abfiltrirt und gewogen wird. Zur Lösung setzt man so viel Platinchloridlösung zu, dafs beide Chloralkalien in Doppelchlorüre verwandelt werden. Man dampft dann im Wasserbade fast bis zur Trockne und übergiefst nach dem Erkalten die noch feuchte Masse mit 83 grädigem Alkohol, dem $^1/_5$ oder $^1/_6$ seines Volumens Äther

Digitized by Google

beigemischt wird. Das Kaliumplatinchlorid bleibt dann allein ungelöst zurück. Das Chlorid wird auf einem bei 120° getrockneten und gewogenen Filter abfiltrirt, mit ätherhaltigem Alkohol ausgewaschen und so lange, zuletzt bei 120 bis 125°, getrocknet, bis das Gewicht unverändert bleibt. Aus dem Kaliumplatinchlorid (PtK_2Cl_6) berechnet man die Menge des Chlorkaliums und findet dadurch, dafs man dessen Gewicht von dem Gesammtgewichte der Chloralkalien abzieht, die Menge des Chlornatriums. Der Niederschlag des kohlensauren Ammoniakmagnesiums wird geringe Mengen kohlensauren Kaliums enthalten. Dieses wird man aus der durch Glühen erhaltenen Magnesia mit Wasser ausziehen und dem Filtrate zur Bestimmung der Alkalien zusetzen.

Rubidium und Cäsium finden sich als Platinsalze bei dem Kalium-Platinchlorid. Lithium geht als Lithium-Platinchlorid, ebenso wie Natrium-Platinchlorid, aber schwerer wie dieses in dem ätherhaltigen Alkohol in Lösung. Zur Trennung des Chlorlithiums aus dem Gemisch von Chloralkalien benutzt man ätherhaltigen Alkohol, der das Chlorlithium auflöst. Aus der Lösung wird es als Chlorlithium gewonnen und bestimmt.

Die qualitative Untersuchung der Salzlösungen und Soolen auf ihre Bestandteile und die Feststellung, welche Stoffe vorhanden sind, geschieht mit folgenden Mitteln.

Freie und halb gebundene Kohlensäure erkennt man an der Rötung blauer Lackmustinktur, die in einigen Tropfen zugesetzt wird. Nach dem Kochen der Flüssigkeit darf dann eine Rötung von zugesetzter blauer Lackmustinktur nicht mehr stattfinden. Kalkwasser, das in geringer Menge zugesetzt wird, giebt einen weifsen Niederschlag von kohlensaurem Calcium, der bei Zusatz gröfserer Mengen der Lösung wieder verschwindet. Es kann dann die Kohlensäure sowohl als freie als auch in der Verbindung von zweifach kohlensauren Alkalien halb gebunden vorhanden sein. Erfolgt ein Niederschlag, auch wenn keine Rötung der Lackmustinktur eingetreten war, so ist nur halb gebundene Kohlensäure und keine freie vorhanden.

Sind keine zweifach kohlensauren Alkalien, sondern nur zweifach kohlensaure Erden (Calcium, Magnesium) vorhanden, so verschwindet der durch Zusatz von Kalkmilch entstandene Niederschlag nicht, wenn gröfsere Mengen der zu untersuchenden Flüssigkeit zugesetzt werden.

Schwefelsaure Salze erkennt man, wenn man zu der Lösung etwas Chlorwasserstoffsäure und eine Lösung von Chlorbaryum setzt an dem weifsen Niederschlage von schwefelsaurem Baryum.

Chlorsalze erkennt man auf Zusatz von salpetersaurem Silber zu der mit einigen Tropfen Salpetersäure versetzten Flüssigkeit an dem weifsen Niederschlage oder der weifsen Trübung, die das Chlorsilber hervorruft.

Digitized by Google

Sind Schwefelverbindungen oder Schwefelwasserstoff zugegen, so ist der Niederschlag oder die Trübung braun bis schwarz. Schwefelwasserstoff giebt sich durch den Geruch schon in sehr geringen Mengen zu erkennen. Um dann Chlor zweifellos nachzuweisen, säuert man die Salzlösung mit etwas verdünnter Schwefelsäure an und setzt eine Auflösung von schwefelsaurem Eixenoxyd zu. Schwefel scheidet sich aus und wird abfiltrirt. Dann führt man die Reaktion mit salpetersaurem Silber aus. Bei Gegenwart von organischen Substanzen, z. B. auch bei Untersuchung des Meerwassers, wird die Flüssigkeit durch salpetersaures Silber rötlich gefärbt.

Brom und Jod sind meist in so geringer Menge vorhanden, dafs man die Flüssigkeit zunächst durch Abdampfen konzentriren und auch wohl erst einen Teil der Salze auskrystallisiren lassen mufs, um eine Mutterlauge zu erhalten, bei der der Nachweis besser zu führen ist.

Den fast bis zur Trockne abgedampften Rückstand zieht man wiederholt mit Alkohol aus, der einen Teil der Salze, darunter Brom- und Jodsalze, löst. Die Lösung dampft man bei mäfsiger Hitze ab und setzt etwas Wasser dazu, so dafs die Salze nach dem Verdampfen des Alkohols in Wasser gelöst bleiben. Einen Teil davon behandelt man in einer verschlossenen Flasche mit Äther und Chlorwasser. Es wird so viel Äther hinzugefügt, dafs eine dünne Schicht über der Lösung schwimmt. Bei Gegenwart von Brom und Jod erscheint der Äther nach dem Umschütteln gelb bis braun gefärbt, sonst ungefärbt. Rührt die Färbung nur von Brom her, so wird der Äther nach längerer Zeit (bis mehrere Tage) wieder farblos. Ein neuer Zusatz von Chlorwasser ruft die Färbung wieder hervor. Die durch Jod hervorgerufene Färbung hält sich Monate lang. Die Gegenwart von Jod stellt man durch die Färbung des Stärkekleisters fest, die freies Jod hervorruft. Das Jod wird aus der Verbindung durch Untersalpetersäure frei gemacht, durch die Brom nicht frei gemacht wird.

Will man erkennen, ob neben Jod Brom vorhanden ist, so kann man das frei gemachte Jod durch Schwefelkohlenstoff vollständig aufnehmen, der dadurch rot gefärbt wird, und in der zurückbleibenden Flüssigkeit Brom durch die Ätherfärbung erkennen.

Borsäure erkennt man dadurch, dafs man die Lösung mit kohlensaurem Alkali versetzt, stark eindampft, mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt und Curcuminpapier hineintaucht, das nach dem Trocknen dann rotbraun wird.

Calcium wird durch den Niederschlag von oxalsaurem Calcium erkannt, den oxalsaures Kalium oder Ammonium in der ammoniakalischen Lösung hervorruft.

Magnesium erkennt man in der von oxalsaurem Calcium abfiltrirten Flüssigkeit durch den Niederschlag, den phosphorsaures Natrium nach Zusatz von etwas Ammoniak hervorruft.

Digitized by Google

Mangan erkennt man in den Niederschlägen von Calcium und Magnesium durch das Lötrohr an der grünen oder bläulichgrünen Farbe der Sodaperle am Platindraht oder auf dem Platinblech, die durch die Oxydation zu Mangansäure hervorgerufen wird, was durch Zusatz von etwas Salpeter befördert wird.

Eisen entdeckt man bei gröfserem Gehalte durch Schwefelammonium, das einen schwarzen Niederschlag hervorruft, der aber auch von Zink, Mangan, Kupfer und Thonerde herrühren kann und vor dem Lötrohre zu untersuchen ist. Geringere Mengen Eisen lassen sich durch Kaliumeisencyanid und die dadurch hervorgerufene blaue Färbung (Berlinerblau) erkennen.

Alkalien. Die Bestimmung geschieht mit einem noch nicht behandelten Teile der Lösung oder mit dem Filtrat von der Calciumbestimmung. Dieses wird eingedampft, der Rückstand geglüht, um die Ammoniumsalze zu vertreiben, mit etwas Schwefelsäure versetzt, deren Überschufs durch schwaches Glühen verdampft wird, dann in etwas Wasser gelöst und die Lösung mit Barytwasser im Überschufs versetzt, wodurch die Magnesia ausgefällt wird, die man abfiltrirt. Die überschüssige Baryterde wird durch kohlensaures Ammonium unter Zusatz von etwas Ammoniak bei mäfsigem Erwärmen ausgefällt. Dem Filtrat wird Chlorammonium zugesetzt, wodurch die Alkalien in Chlormetalle übergeführt werden. Man dampft zur Trockne ein und glüht den Rückstand schwach, der dann auf Alkalien geprüft wird. Man erkennt die Alkalien durch das Lötrohr, Natrium an der gelben Färbung der äufseren Lötrohrflamme, wenn sie in der Spitze der inneren Flamme am Platindraht erhitzt werden. Kalium, das die Lötrohrflamme violett färbt, beeinträchtigt nicht die gelbe Färbung durch Natrium. Um neben Natrium Kalium auch in kleinen Mengen erkennen zu können, betrachtet man die Lötrohrflamme durch ein durch Kobaltoxyd stark blau gefärbtes Glas, wobei die Natronreaktion fast völlig verschwindet und das Kalium durch die Purpurfärbung bemerkbar wird.

Auch Cäsium und Rubidium färben die Lötrohrflamme violett, Lithium karminrot. Um diese Stoffe neben Kalium und Natrium entdecken zu können, benutzt man den Spektralapparat und beobachtet die erscheinenden farbigen Linien. Kalium ist an zwei Linien zu erkennen, von denen eine rot, die andere violett und weit von der ersteren entfernt ist, Natrium giebt eine helle, gelbe Linie, Lithium eine scharf hervortretende, glänzend rote und eine schwache, orangegelbe Linie. Rubidium giebt je zwei neben einander liegende rote und indigoblaue Linien, Cäsium zwei reinblaue Linien neben einigen davon entfernten, weniger scharfen roten, gelben und grünen Linien, Thallium eine scharfe grüne Linie.

Bei der Beobachtung durch das Spektroskop müssen die selteneren Stoffe zunächst in gröfserer Konzentration abgeschieden werden.

Digitized by Google

Über den Nachweis des Natriums siehe im übrigen S. 27.

Für die Kaliumindustrie ist besonders wichtig die Bestimmung des Chlorkaliums[1]) in den Rohsalzen, sowie in den Salzgemischen und Produkten, die bei der Verarbeitung fallen.

Nur bei dem käuflichen Chlorkalium wird man ausschliefslich Chlornatrium zu berücksichtigen haben. Man kann sich dann von dem Gehalte an Chlorkalium annähernd durch die Thermometerprobe überzeugen (s. S. 33), sonst bestimmt man mit Platinchlorid, wie oben angeführt ist.

Das von *Gay-Lussac* angegebene und angewendete Verfahren durch die Temperaturerniedrigung, die das Wasser bei der Auflösung eines Salzgemisches von Chlornatrium und Chlorkalium erfährt, das Mischungsverhältnis beider Salze zu bestimmen, kann bei reinem Salzgemisch annähernd richtige Ergebnisse liefern.

Es werden z. B. 200 *ccm* Wasser in einem 185 *g* wiegenden Becherglase genau auf Lufttemperatur gebracht und diese mit einem in Zehntelgrade eingeteilten Thermometer gemessen.

50 *g* wasserfreies Probesalz von gleicher Temperatur werden dann in das Wasser gebracht und unter Umrühren mit dem Thermometer aufgelöst und der dabei erreichte niedrigste Temperaturgrad beobachtet. Reines Chlornatrium würde die Temperatur um 1,9°, reines Chlorkalium um 11,4° ermäfsigen.

Die Menge Chlorkalium findet man, wenn a der beobachtete Temperaturunterschied ist, nach der Formel:

$$\frac{100\ (a\ -\ 1{,}9)}{11{,}4\ -\ 1{,}9} = Pzt.\ KCl.$$

(Siehe die Gehaltstabelle S. 34.)

Mittelbar kann man durch salpetersaures Silber aus dem gefällten Chlorsilber den Chlorgehalt der Lösung und aus diesem das Verhältnis der an Chlor gebundenen Mengen Kalium und Natrium bestimmen (Differenzanalyse[2]). Berechnet man alles gefundene Chlor auf Chlorkalium, so wird man eine um so gröfsere Gewichtsmenge gegenüber der der Untersuchung unterworfenen Gewichtsmenge Salz erhalten, je mehr Chlornatrium im Salze enthalten gewesen ist, da das Molekulargewicht des Chlorkaliums 74,5, das des Chlornatriums 58,5, der Unterschied zwischen beiden also 16 ist.

Der Unterschied des Molekulargewichtes der beiden Chloride (16) wird sich zu dem Molekulargewichte des Chlornatriums (58,5) verhalten, wie der Unterschied des nach dem Chlorgehalt berechneten Chlorkaliums und dem Gewichte des angewendeten Salzgemisches zu der vorhandenen Menge Chlornatrium.

---

[1]) *Muspratt, Techn. Chem.* 1892, 4, 828 u. f. *Pfeiffer, Handb. der Kaliindustrie* 1887, S. 222 u. f.

[2]) *Zt. f. anal. Chem.* 2, 391; 4, 413.

Digitized by Google

War 1 *g* Substanz angewendet und 2,1 *g* Chlorsilber gefunden worden, so entsprechen diese 1,0903 *g* Chlorkalium. Der Unterschied ist demnach 0,0903 und das Verhältnis $\frac{16}{58,5} = \frac{0,0903}{NaCl}$, also die Menge Chlornatrium $= \frac{58,5 \times 0,0903}{16} = 0,330$.

Das Salz besteht also aus 0,330 $NaCl$ = 33 *Pzt.*, und 0,670 KCl = 67 *Pzt.*

Den Chlorgehalt hat man dabei sowohl gewichtsanalytisch als auch maſsanalytisch mittels einer titrirten Silberlösung bestimmen können.

Das Verfahren ist von *Anthon*[1]) vereinfacht worden und hat durch *Precht*[2]) eine noch freiere Anwendung gefunden.

Im Kainit, der von Carnallit und Hartsalz frei ist, gehört das Chlor mit 60,61 *Pzt.* dem Chlornatrium und mit 14,28 *Pzt.* dem Kainit selbst an. Ein Mehrgehalt von 1 *Pzt.* Chlor läſst auf eine Zunahme von 2,16 *Pzt.* Chlornatrium und eine Abnahme von 0,76 *Pzt.* schwefelsaurem Kalium schlieſsen.

Nach *Precht* löst man 10 *g* fein gemahlenen Kainit in Wasser, bringt die Lösung auf 500 *ccm* und titrirt, ohne vorher zu filtriren, 20 *ccm* davon, entsprechend 0,4 *g* Kainitsalz mit $^1/_{10}$ Normalsilberlösung.

Es entsprechen dann

24 *ccm*	$^1/_{10}$	Silberlösung	29,33 *Pzt.*	K_2SO_4	und	15,17 *Pzt.*	*NaCl*,
25 „	$^1/_{10}$	„	28,67 „	„	„	17,08 „	„
26 „	$^1/_{10}$	„	27,89 „	„	„	19,00 „	„
27 „	$^1/_{10}$	„	27,21 „	„	„	21,09 „	„
28 „	$^1/_{10}$	„	26,55 „	„	„	22,80 „	„
29 „	$^1/_{10}$	„	25,87 „	„	„	24,68 „	„
30 „	$^1/_{10}$	„	25,11 „	„	„	26,60 „	„
31 „	$^1/_{10}$	„	24,53 „	„	„	28,63 „	„
32 „	$^1/_{10}$	„	23,84 „	„	„	30,54 „	„
33 „	$^1/_{10}$	„	23,18 „	„	„	32,40 „	„
34 „	$^1/_{10}$	„	22,52 „	„	„	34,32 „	„

Die hierbei vorkommenden Fehler übersteigen nicht 0,3 *Pzt.*[3]).

Bei dem für die Verarbeitung auf Potasche bestimmten Chlorkalium muſs der Gehalt an Chlornatrium sehr genau bestimmt werden, da der Gehalt höchstens $^1/_2$ *Pzt.* betragen darf und dafür garantirt wird, daſs der Gehalt nicht höher ist. Man untersucht dann nach einem von *Röttger* und *Precht*[4]) angegebenen Verfahren, wobei die verschiedene Löslichkeit des Chlornatriums und Chlorkaliums in Alkohol benutzt wird.

---

[1]) *P. J.* 1861, **161**, 286.
[2]) *Rep. d. anal. Chem.* 1881, S. 53.
[3]) *Pfeiffer*, a. a. O., S. 226.
[4]) *Ber. d. chem. Ges.* **18**, 2076.

Digitized by Google

In 100 *Tln.* Alkohol von 90 *Gew.-Pzt.* lösen sich bei 15° *C.* 0,345 *Tl.* Chlornatrium und nur 0,073 *Tl.* Chlorkalium. Wird das zu untersuchende Salz, das für die Potaschebereitung 98 *Pzt.* Chlorkalium enthalten soll, mit Alkohol behandelt, so läfst sich die ganze Menge darin enthaltenen Chlornatriums lösen, während nur wenig Chlorkalium aufgelöst wird. Man verfährt dabei wie folgt:

20 *g* von dem fein zerriebenen Chlorkalium werden in einem Becherglase mit etwa 40 *g* Alkohol von 90 *Gew.-Pzt.* übergossen, mit einem Glasstabe wiederholt umgerührt und nach einer halben Stunde mit 0,5 *ccm* einer 10 *pzt.* Lösung von reinem kohlensaurem Kalium tropfenweise unter Umrühren versetzt, dann dreimal dekantirt. Der Zusatz von kohlensaurem Kalium hat den Zweck, das mit in Lösung gegangene Chlormagnesium zu zersetzen. Die Lösung wird abfiltrirt, der Rückstand auf dem Filter wiederholt mit gleichem Alkohol ausgewaschen und das Filtrat in einer Platinschale verdampft. Der Rückstand wird mäfsig geglüht und gewogen. In dem Rückstande wird das Kalium mit Platinchlorid bestimmt und das Chlornatrium aus dem Unterschiede berechnet.

Die Bestimmung des Chlornatriums läfst sich hierbei bis auf 0,01 *Pzt.* genau ausführen.

In den meisten Fällen sind noch andere Salze aufser dem Chlornatrium mit Chlorkalium vorhanden, insbesondere Chlormagnesium und schwefelsaure Alkalien und Erden, sowie mechanische Beimengungen, die bei der Bestimmung des Kaliums in diesen Salzen, worauf es in erster Linie immer ankommen wird, zu berücksichtigen sind. Man bestimmt dabei das Kalium als Kaliumplatinchlorid.

Die Untersuchung geschieht meist nach dem von *Stohmann* (1866) angegebenen Verfahren, wonach zunächst die schwefelsauren Salze durch einen bemessenen Zusatz von Chlorbaryum in Chloride übergeführt, die Chloride in Platinsalze verwandelt und durch Alkohol getrennt werden.

10 *g* des Salzes werden in einem Kochkolben mit etwa 300 *ccm* siedend heifsem Wasser übergossen, dann mit 1 *ccm* Salzsäure vermischt, zum Kochen gebracht und tropfenweise mit Chlorbaryum versetzt. Das schwefelsaure Baryum setzt sich unter diesen Umständen sogleich ab. Bei vorsichtigem Eintröpfeln läfst sich vermeiden, dafs Chlorbaryum in Überschufs verwendet wird. Nach dem Erkalten filtrirt man in einen Literkolben, spült den Lösekolben sorgfältig aus, wäscht den Niederschlag auf dem Filter zunächst mit dem Ausspülwasser und dann mit reinem Wasser und vervollständigt das Filtrat auf 1 *Liter.* Man kann auch die trübe Flüssigkeit ohne weiteres in die Literflasche bringen, auffüllen und dann durch ein Faltenfilter filtriren. Im Verhältnis zur Flüssigkeitsmenge ist die Menge des in der Flüssigkeit verteilten schwefelsauren Baryums so gering, dafs diese Abkürzung keine wesentlichen Fehler zur Folge hat.

Digitized by Google

Von der geklärten Flüssigkeit werden 50 *ccm*, also $^1/_{20}$ der eingewogenen Salzmenge, mit einem abgemessenen Raumteile Platinchloridlösung versetzt. Die Lösung ist so zu bemessen, dafs in dem Zusatze 1 *g* metallisches Platin enthalten ist. Dies reicht aus, um alle vorhandenen Chloride in Platinsalze überzuführen. Dann wird im Wasserbade zur Trockne eingedampft. Der Rückstand besteht aus Magnesium-, Natrium-, Kalium-, Baryum-, Calcium-Platinchlorid. Er wird mit 90 *pzt.* Alkohol übergossen, mit einem Glasstabe möglichst verteilt und so lange mit Alkohol ausgewaschen und dekantirt, bis das Filtrat farblos erscheint. Es sind dann alle Platinchloriddoppelsalze bis auf Kaliumplatinchlorid gelöst und befinden sich in der Waschflüssigkeit. Beim Dekantiren wendet man nach *Fresenius* ein möglichst kleines Filter an, das nicht gewogen zu werden braucht. Man bringt das ausgewaschene Kaliumplatinchlorid mittels Alkohol auf das Filter, wäscht es nochmals nach und trocknet es bei mäfsiger Wärme. Das trockene Kaliumplatinchlorid wird möglichst vollständig vom Filter auf ein Uhrglas geschüttet. Man löst den am Filter haftenden Rest durch aufgespritztes siedend heifses Wasser und sammelt das Filtrat in einer kleinen Platinschale, wäscht das Filter mit kochendem Wasser vollständig aus und verdampft Filtrat und Waschwasser im Wasserbade bis zur Trockne. Zu dem Rückstande bringt man die Hauptmenge des Kaliumplatinchlorids und trocknet das Ganze bei 130°, dann wird es gewogen.

1 *Mol.* Kaliumplatinchlorid (*Mol.-Gew.* = 485,3) entspricht 2 *Mol.* Chlorkalium (*Mol.-Gew.* = 74,5), so dafs man die Gewichtsmenge des Chlorkaliums findet, indem man die gefundene Gewichtsmenge des Kaliumplatinchlorids mit $\frac{2 \times 74{,}5}{485{,}3}$ oder mit 0,30703 multiplizirt.

Bedient man sich statt des Papierfilters einer gewogenen Asbestfilterröhre, so kann man das gesammelte Kaliumplatinchlorid durch mäfsiges Glühen im Wasserstoffstrome reduziren, das Chlorkalium durch Waschen entfernen und das zurückgebliebene Platin nach dem Trocknen wägen. Aus der Menge des Platins berechnet man die Menge des damit verbunden gewesenen Chlorkaliums. 1 *At.* Platin mit dem *At.-Gew.* 194,3 entspricht 2 *Mol.* Chlorkalium mit dem *Mol.-Gew.* 2 × 74,5, so dafs man die Gewichtsmenge Chlorkalium findet, wenn man die gefundene Gewichtsmenge Platin mit $\frac{149}{194{,}3}$ oder mit 0,76686 multiplizirt.

Das bei diesem Verfahren in beträchtlicher Menge verwendete Platin läfst sich bei vorsichtiger Behandlung mit kaum merklichen Verlusten stets vollständig wiedergewinnen, so dafs die Kostspieligkeit des Platins der Anwendung nicht im Wege steht[1]).

Um das Platin aus der Waschflüssigkeit wieder zu gewinnen, ver-

[1]) *Precht*, *Zt. f. anal. Chem.* 18, 509. *Krause*, *Arch. d. Pharm.* 1874.

Digitized by Google

setzt man sie mit einer konzentrirten Lösung von Chlorkalium und filtrirt das ausgefällte Kaliumplatinchlorid ab. Es wird mit etwas Alkohol abgespült und im Wasserstoffstrome zu Metall reduzirt. Beim Glühen entweicht Chlor und es bleibt Platin und Chlorkalium zurück. Vollständig ist die Zersetzung nur bei anhaltendem Glühen. Die halb zersetzte Masse tränkt man zweckmäfsigerweise mit einer konzentrirten Lösung von Oxalsäure, man trocknet sie dann und glüht sie von neuem.

Nach *Precht* soll man das Kaliumplatinchlorid in eine siedende Lösung von Natronhydrat (nicht Kalihydrat), die mit 8 *Pct.* Glycerin versetzt ist, einbringen und kurze Zeit kochen, wodurch Platinchlorid reduzirt wird.

Das auf diese oder jene Weise reduzirte Platin wird zunächst wiederholt mit salzsäurehaltigem Wasser ausgekocht und dann bis zum Verschwinden der Chlorreaktion mit Wasser ausgewaschen.

Die Platinchloridlösung bereitet man unter Verwendung einer bestimmten Menge Platin. Es werden z. B. 50 *g* von dem reduzirten Platin in einem Glaskolben mit konzentrirter Salzsäure übergossen und erwärmt, dann nach und nach mit kleinen Mengen Salpetersäure versetzt, bis sich alles gelöst hat. Die Lösung wird in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade verdampft und der Rückstand, damit etwa noch vorhandene Salpetersäure zerstört wird, mit Salzsäure versetzt und von neuem so weit abgedampft, bis sich bei einem Tropfen der Lösung Krystallbildung zeigt. Bei weiterer Konzentration durch Erhitzen kann leicht Platinchlorür entstehen. Nach dem Erkalten wird das Platinchlorid mit etwas Wasser aufgenommen und die Lösung auf eine bestimmte Raummenge, z. B. 500 *ccm*, gebracht. Das Lösungsverhältnis ist dann wie 1 zu 10, so dafs man für jede Bestimmung, wenn man, wie oben angegeben, je $^1/_2$ *g* Salz der Analyse unterwirft, 10 *ccm* Platinchloridlösung zu verwenden hat.

Nach dem Verfahren der amtlichen Agrikulturchemiker Englands[1]) werden 10 *g* Probesalz mit 5 *ccm* Salzsäure und 350 *ccm* Wasser 10 Minuten lang gekocht. Die Lösung wird nach dem Abkühlen durch Wasser zu einem Liter ergänzt und abfiltrirt. 50 oder 100 *ccm* des Filtrates werden auf 150 *ccm* verdünnt, heifs mit Chlorbaryum und Barythydrat gefällt und das Filtrat mit kohlensaurem Ammonium von Baryt befreit, dann eingedampft und der Rückstand schwach geglüht. Dieser wird mit Wasser, dem kohlensaures Ammonium zugesetzt ist, ausgezogen, das Filtrat wird verdampft, der dann verbleibende Rückstand schwach geglüht und das Kalium wie oben mit Platinchlorid bestimmt.

Zahlreiche andere Methoden hat man früher noch angewendet die aber als weniger genau oder zweckmäfsig aufser Gebrauch gekommen sind.

---

[1]) *Jahresber. d. chem. Techn.* 1885, S. 235.

Digitized by Google

Dahin gehören[1]) die Fällung als Kaliumhydrotartarat ($KHC_4H_4O_6$) nach *Mohr* und *Frank*[2]) oder nach *E. Fleischer*[3]), die Fällung als Alaun [$KAl(SO_4)_2 + 12H_2O$][4]), die Fällung als Kieselfluorkalium ($K_2SiFl_6 = 2KFl.SiFl_4$)[5]), als Kaliumperchlorat ($KClO_4$)[6]), als Kaliumpikrat ($C_6H_2(NO_2)_3OK = C_6H_2KN_3O_7$[7]) und als Kalium-Wismut-Hyposulfit[8]).

[1]) *Pfeiffer*, *Handb. d. Kaliindustrie*, S. 224.
[2]) *P. J.* 1867, **183**, 40.
[3]) *Zt. f. anal. Chem.* **9**, 331.
[4]) *B.- u. H. Z.* 1866, **25**, 273.
[5]) *Erdmanns J. f. prakt. Chem.* **102**, 7.
[6]) *Zt. f. anal. Chem.* **11**, 193; **14**, 152.
[7]) *Pharm. Centralh.* **22**, 225.
[8]) *Compt. rend.* 1878, Nr. 7; *Zt. f. anal. Chem.* **23**, 60.

Digitized by Google

Nachträge und Erläuterungen.

S. 7. Die Halloren der Stadt Halle a. d. Saale begrüfsen durch Abgeordnete nach alter Sitte und auf Grund alter Privilegien in eigenartiger Tracht zu Neujahr den Landesherrn, wobei sie Gaben (Wurst, Sooleier) überbringen, und nehmen an der Huldigung teil. Sie erhalten dann eine neue Fahne und ein Pferd aus dem königlichen Marstall.

S. 9. Meerwasser. Über den Jodgehalt des Meerwassers hat *Gautier* ermittelt, dafs der Hauptteil des Jods in organischen Verbindungen enthalten ist und dafs ähnliche Verhältnisse für Brom anzunehmen sind. Besonders sind die Algen reich an Jod, das mit Stickstoff, Mangan und Phosphor verbunden ist. *Gallard* in Paris hat durch Versuche an Kaninchen nachgewiesen, dafs das Jod des Seewassers durch die Haut in den Körper eindringt und von den Eingeweiden, besonders vom Gehirn, aufgenommen wird. Vegetarische Kost soll diese Jodaufnahme begünstigen. Dies soll besondere Bedeutung für die Wirkung der Seebäder haben.

B.- u. H. Ztg. 1899, 58, 501.

S. 14. Salzgehalt der Seeluft. Nach *Gautier* enthält die Seeluft nach einer Beobachtung auf den mit Leuchtturm versehenen Klippen der *roches Douvres*, nördlich von der bretonischen Küste, in 50 bis 60 *km* Entfernung von dieser, in 1 *cbm* 0,022 *mg* Kochsalz. Dies wird als Maximum angesehen werden können, da zur Zeit der Beobachtung mehrere Tage ein scharfer Wind vom Atlantischen Ozean her geweht hatte. Gemessen wurde (im Oktober 1898) mit einem Apparate, der die Luft durch einen aus Glaswolle bestehenden Pfropfen ansog und dadurch alle festen Teile der Luft zurückhalten sollte.

Baln. Ztg. 1899, 12, 95.

S. 36. Wärmecapacität. Für die spezifische Wärme der Kochsalzlösung berechnen sich von Prozent zu Prozent folgende Zahlen:

Digitized by Google

Pzt.	*Spz. W.*	*Pzt.*	*Spz. W.*	*Pzt.*	*Spz. W.*
0	0,0000	10	0,9408	20	0,8784
1	0,9942	11	0,9347	21	0,8719
2	0,9884	12	0,9286	22	0,8653
3	0,9825	13	0,9225	23	0,8587
4	0,9766	14	0,9164	24	0,8520
5	0,9707	15	0,9102	25	0,8453
6	0,9648	16	0,9039	26	0,8385
7	0,9588	17	0,8976	27	0,8316
8	0,9528	18	0,8913	28	0,8247
9	0,9468	19	0,8849	29	0,8177

S. 90. **Gyps in Kochsalzlösung.** Untersuchungen von Dr. *H. Warth* in Birmingham bestätigen, dafs sich beim Sieden der Soole ein Teil schwefelsaures Calcium mit Kochsalz zu schwefelsaurem Natrium und Chlorcalcium umsetzt, also etwas Kochsalz verloren geht. Der hohe Gehalt des Pfannensteins an schwefelsaurem Natrium erklärt sich daraus. Schwefelsaures Natrium findet sich dann auch im Kochsalz, Chlorcalcium in der Mutterlauge.

Beim Erhitzen von Gyps in gesättigter Kochsalzlösung enthielten die sich abscheidenden Krystalle:

0,1 $NaCl$, 7,7 Na_2SO_4, 84,9 $CaSO_4$, 7,3 Wasser.

Soole, deren feste Bestandteile aus 98,0 $NaCl$, 0,4 $CaCl_2$ 1,6 $CaSO_4$ bestanden, wurde mit Gypsbrocken so gekocht, dafs kein Wasserverlust entstand, und enthielt danach folgende Bestandteile: 75,6 $NaCl$, 24,0 $CaCl_2$, 0,4 $CaSO_4$.

Fein pulverisirter Gyps wurde mit gesättigter Lösung von chemisch reinem Chlornatrium gekocht und zeigte dann folgende Zusammensetzung: 6,1 Na_2SO_4, 73,0 $CaSO_4$, 21,0 Wasser.

Steinsalz wurde klar gelöst und gepulverter Gyps beigemischt. Ein Teil der filtrirten Lösung wurde eingedampft. Die Lösung enthielt 97,7 $NaCl$, 1,8 $CaSO_4$, 0,5 Wasser in den festen Bestandteilen. Beim Eindampfen schied sich Kochsalz aus, das wie folgt zusammengesetzt war: 97,0 $NaCl$, 0,2 Na_2SO_4, 2,3 $CaSO_4$, 0,5 Wasser, und eine Mutterlauge mit 97,9 $NaCl$, 0,5 $CaCl_2$, 1,6 $CaSO_4$ blieb zurück.

Bei der Auflösung von chemisch reinem Kochsalz, das durch Fällung mit Chlorwasserstoffsäure gewonnen worden war, erhielt man, nachdem die Lösung kalt mit gepulvertem Gyps geschüttelt worden war, eine Lösung mit 98,4 $NaCl$, 1,6 $CaSO_4$, beim Eindampfen Kochsalz mit 98,5 $NaCl$, 0,2 Na_2SO_4, 0,8 $CaSO_4$, 0,5 Wasser und eine Mutterlauge mit 98,0 $NaCl$, 0,4 $CaCl_2$, 1,6 $CaSO_4$.

Pr. Z. 1899, 47, B. 269.

S. 102. Das spezifische Gewicht des Chlornatriums wird von *Retgers* zu 2,167 bei 17° *C.* angegeben.

Z. f. phys. Chem. 3, 312.

Digitized by Google

S. 163. Entstehung der Salzlager. Die unhaltbare Ansicht, dafs die Steinsalzlager auf plutonischem Wege entstanden seien, wird noch von *H. W. Kasten* in Steinförde bei Celle verfochten, z. B. „Über Steinsalz und Steinsalzbergbau in der Nähe von Bremen", Vortrag im naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen 1886; und *Ind.* 1899, Nr. 101, S. 803.

O. Lang [1]) vertritt die Ansicht, dafs die Kaliumsalzlager zum Teil, insbesondere in der Provinz Hannover, dem Keuper angehören und sekundäre Bildungen sind.

Precht [2]) nimmt für die sekundären Salze der Kaliumsalzlager drei Bildungsperioden an:

1. Die Carnallitzersetzung. Diese begann unmittelbar nach der Ablagerung der Salze, sobald ein Teil des Salzlagers durch Hebung bloßgelegt und den atmosphärischen Niederschlägen ausgesetzt war. Besonders ist dabei ein Gemisch von Sylvin und Kieserit, das Hartsalz, gebildet worden.

2. Der Zeitraum von der Ablagerung des Salzthons und Anhydrits bis zum Beginn der Bildung des Buntsandsteins. Es entstehen viele sekundäre Bildungen von Sylvin und Carnallit, die im jüngeren Steinsalz eingebettet sind.

3. Kainitbildungsperiode. Die späteren sekundären Bildungen, teils während, meist jedoch nach der Ablagerung des Buntsandsteins, liefern als Hauptprodukt Kainit.

Salze sekundärer Bildung werden auf ursprünglicher oder auf veränderter Lagerstätte gefunden. In letzterem Falle sind die Salze völlig gelöst und wieder auskrystallisirt worden. In ersterem Falle sind nur die leicht löslichen Salze gelöst, die schwer löslichen in unveränderter Zusammensetzung auf der ursprünglichen Lagerstätte zurückgeblieben. Die Salze der ersten und dritten Periode finden sich vorzugsweise auf ursprünglicher Lagerstätte, die sekundären Salze der zweiten Periode ausschliefslich auf veränderter Lagerstätte.

S. 83 u. f. und 199. Durch die Untersuchungen, die *van't Hoff* und *Meyerhoffer* [3]) in Verbindung mit anderen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stafsfurter Salzlagers, ausgeführt haben, sind die Krystallisationsverhältnisse der Salzlösungen, insbesondere der Lösungen von der Zusammensetzung des Meerwassers bei einer Verdunstungstemperatur von 25° *C.*, die bei der Bildung der Salzlager jedenfalls nicht geringer gewesen sein wird, klargelegt worden. Zunächst ist das Verhalten von Chlorkalium und Chlor-

[1]) Kalisalzlager, Verlag von *Ferd. Dümmler*, Berlin 1899.

[2]) Vortrag auf der Hauptversammlung des Bezirksvereins für Sachsen und Anhalt in Halle a. d. S. *Z. f. ang. Chem.* 1899; *Z. f. pr. Geol.* 1899, 7, 147.

[3]) Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch. in Berlin 1897, 1898, 1899.

Digitized by Google

magnesium, sodann von diesen in Mischung mit schwefelsaurem Kalium und schwefelsaurem Magnesium untersucht worden und zwar einerseits, wenn kein Chlornatrium in Lösung ist, sodann wenn die Lösung an Chlornatrium gesättigt ist. Beobachtungen der Tensionen und Analysen haben dabei zur Feststellung einiger noch nicht bekannter Verbindungen geführt.

Im wesentlichen ist über die Bildungsverhältnisse nach diesen Untersuchungen folgendes anzuführen:

Aus Lösungen von Chlorkalium und Chlormagnesium wird sich Carnallit nur zwischen -12^0 und $+167^1/_2{}^0$ bilden, unterhalb -12^0 entstehen Chlorkalium und Chlormagnesiumokto- oder -dodekahydrat, bei höherer Temperatur als $167^1/_2{}^0$ entstehen Chlorkalium und Chlormagnesiumtetra- oder -bihydrat. Zwischen beiden Temperaturen liegt die Möglichkeit, aus den Lösungen der beiden Salze das reine Doppelsalz ohne Chlorkalium oder Chlormagnesium zu gewinnen. Je nach der Temperatur sind die Bedingungen dazu verschieden. Bei 25^0 ist nur dann reiner Carnallit zu erwarten, wenn auf 100 *Tle.* Wasser und 0,2 *Tle.* Chlorkalium mehr als 9,9 und weniger als 10,5 *Tle.* Chlormagnesium in Lösung sind. Bei 100^0 liegen die Grenzen weiter. Der Chlormagnesiumgehalt mufs dann auf 100 *Tle.* Wasser und 0,4 *Tle.* Chlorkalium zwischen 10,8 und 14,2 *Tln.* liegen.

Die Spaltung des Carnallits erfolgt nach Mafsgabe der Löslichkeitsverhältnisse und ist begründet durch die eigentümliche Zusammensetzung der an Carnallit und Chlorkalium gesättigten Lösung, in der bei 25^0 auf 100 *Tle.* Wasser 9,9 *Tle.* Chlormagnesium und 0,2 *Tle.* Chlorkalium kommen. Wasserzusatz zum Carnallit führt bei 25^0 zur Ausscheidung von etwa 98 *Pzt.* Chlorkalium nach der Formel $KMgCl_3 . 6H_2O + 4H_2O = 0{,}98\,KCl + 0{,}1\,(100\,H_2O . 9{,}9\,MgCl_2 . 0{,}2\,KCl)$. Danach scheidet die Lauge Carnallit aus, bis bei 25^0 eine Zusammensetzung der Lösung von $100\,H_2O . 10{,}5\,MgCl_2 . 0{,}2\,KCl$ erreicht ist. Es treten dann Carnallit und Chlormagnesium zusammen auf. Aus einer, etwa aus Carnallit erhaltenen chlorkaliumhaltigen Lösung wird durch Zusatz von Chlormagnesium fast alles Chlorkalium gefällt werden können. Bei Temperaturen von weniger als -12^0 oder mehr als $167^1/_2{}^0$ oder bei $152^1/_2{}^0$ treten besondere Spaltungsweisen ein, z. B. werden sich, wenn Carnallit ohne Wasserzusatz bis $167^1/_2{}^0$ erwärmt wird, 75 *Pzt.* des Gehaltes von Chlorkalium abspalten nach der Formel $MgKCl_3 . 6H_2O = 0{,}75\,KCl + MgCl_2 . 0{,}25\,KCl . 6H_2O$. Die bis 116^0 abgekühlte Schmelze würde dann Carnallit ausscheiden und eine Schmelze, $MgCl_2 . 6{,}18\,H_2O . 0{,}025\,KCl$, zurücklassen. Ein einmaliges Verfahren würde 75 *Pzt.* des Chlorkaliums als solches, 75 *Pzt.* geschmolzenes Chlormagnesium mit kaum 1 *Pzt.* Chlorkalium und 25 *Pzt.* unverändertem Carnallit ergeben. Ein zweites Verfahren liefse nur $25 \times 0{,}25 = 6^1/_4$ *Pzt.* Carnallit ungespalten.

Bei $152^1/_2{}^0$ erhält man aus einer Mischung von Carnallit und

Digitized by Google

Chlormagnesiumtetrahydrat Chlorkalium nebst einer Schmelze von $MgCl_2 . 0{,}12\,KCl . 5\,H_2O$. Entfernt man also aus dem Carnallit erst 1 *Mol.* Wasser und erhitzt über $152\frac{1}{2}^0$, so erhält man aus $MgCl_2KCl . 5\,H_2O$ oder $KMgCl_3 . 6\,H_2O + MgCl_2 . 4\,H_2O + KCl = 0{,}88\,KCl + MgCl_2 . 0{,}12\,KCl . 5\,H_2O$. Wird die Schmelze nach der Trennung mit 1 *Mol.* Wasser gemischt und bis 116° abgekühlt, so ist fast alles Chlorkalium als Carnallit abgeschieden und läfst sich durch Pressen von dem geschmolzenen Chlormagnesium trennen. Man erhält 88 *Pct.* Chlorkalium, 88 *Pct.* geschmolzenes Chlormagnesium und 12 *Pct.* unveränderten Carnallit.

Bei einem nochmaligen Verfahren würden nur $12 . 0{,}12 = 1{,}44$ *Pct.* Carnallit ungespalten zurückbleiben.

Tachhydrit, $2\,MgCl_2 . CaCl_2 . 12\,H_2O$, bildet sich aus Lösungen von Chlormagnesium und Chlorcalcium bei einer Temperatur von mehr als 21,95° *C.* Bei dieser Temperatur ist eine Sättigung der Lösung an allen drei Salzen möglich und diese können neben einander bestehen. Die Lösung hat dann die Zusammensetzung $100\,H_2O . 4{,}92\,MgCl_2 . 9{,}27\,CaCl_2$.

Bei einem Überschufs von Chlormagnesium vollzieht sich neben der Tachhydritbildung die Umwandlung von Chlormagnesium-Hexahydrat in Tetrahydrat bei 116,67° *C.*, das ist dieselbe Temperatur, als wenn kein Tachhydrit anwesend wäre. Bei überschüssigem Chlorcalcium vollzieht sich die Umwandlung von Chlorcalcium-Hexahydrat in Tetrahydrat in Gegenwart von Tachhydrit bei 25°, ohne diesen bei 29,2°.

Die Sättigung an sechsfach gewässertem Chlormagnesium allein erfolgt bei

16,7° mit 10,5 $MgCl_2$ auf 100 H_2O,
32° „ 11 „ „ 100 „

Die Sättigung an Chlorcalcium allein tritt ein bei

16,7° mit 11,57 $CaCl_2$ auf 100 H_2O,
32° „ 16,5 „ „ 100 „

Durch Projektion auf zwei sich senkrecht schneidende Ebenen, deren Schnittlinie die Temperaturachse ist, lassen sich die Veränderungen der Sättigungsgrade bei wachsender Temperatur für die in Lösung befindlichen Salze anschaulich darstellen. Die sich ergebenden Felder zeigen die Sättigung an einem Salze, Linien, bei denen zwei Felder zusammenstofsen, zeigen die Sättigung an den beiden Salzen, deren Felder durch diese Linien begrenzt werden, Punkte, in denen drei Felder zusammenstofsen, zeigen die Sättigung an den Salzen, deren Felder in dem Punkte sich treffen.

Höherer Druck ändert die Temperaturgrenze für die Tachhydritbildung nur wenig. Diese wächst um etwa 0,017° mit jeder Atmosphäre Überdruck. Die Untersuchungen führen zu dem Schlufs, dafs Druck-

Digitized by Google

unterschiede keinen wesentlichen Einfluſs auf die Ausscheidung von Salzen oder auf die Bildung neuer Salze haben, daſs vielmehr die Temperaturunterschiede hierbei von Bedeutung sind.

Aus Lösungen von Chlormagnesium, schwefelsaurem Kalium, schwefelsaurem Magnesium und Chlormagnesium scheidet sich zunächst dasjenige Salz aus, das zuerst zur Sättigung kommt, z. B. das siebenfach gewässerte schwefelsaure Magnesium, wenn kein Überschuſs an Chlormagnesium oder schwefelsaurem Kalium vorhanden ist. Bei weiterem Einengen der Lösung bei 25° *C.* wird sich von demselben Salze noch mehr so lange ausscheiden, bis Sättigung an einem zweiten Salze eintritt. Bei der Ausscheidung von $MgSO_4 . 7H_2O$ erfährt das Verhältnis zwischen K_2SO_4 und $MgCl_2$ in der Lösung keine Änderung. Bei weiterer Einengung scheidet sich Schönit (Pikromerit), $K_2Mg(SO_4)_2 . 6H_2O$, aus. Beim Auftreten eines zweiten Salzes sind dann zwei Möglichkeiten gegeben, entweder wird die Lösung unter Ausscheidung der zwei Salze völlig eintrocknen, oder auf die Ausscheidung des ersten Salzes folgt die Ausscheidung eines zweiten, durch das das erste Salz wieder aufgezehrt wird, wenn es mit der Lösung in Berührung bleibt. Letzteres findet statt, wenn z. B. der ersten Ausscheidung von schwefelsaurem Kalium die Bildung von Schönit folgt, wenn der Ausscheidung von $MgSO_4 . 7H_2O$ eine Ausscheidung von $MgSO_4 . 6H_2O$ folgt, oder wenn auf Chlorkaliumausscheidung Carnallitbildung nachfolgt. Dagegen trocknet die Lösung unter Ausscheidung zweier Salze völlig ein, wenn sich bilden Chlorkalium und schwefelsaures Kalium, Schönit und schwefelsaures Magnesium, sechsfach gewässertes schwefelsaures Magnesium und Chlormagnesium, Chlormagnesium und Carnallit.

Eine Lösung, die in gleichen Molekularmengen schwefelsaures Kalium und Chlormagnesium enthält, scheidet beim Eintrocknen bei 25°, wenn die sich ausscheidenden Salze aus der Lösung entfernt oder vor nachträglichem Aufzehren durch die Lösung geschützt werden, zunächst schwefelsaures Kalium und Schönit, dann Chlorkalium und Schönit, dann Chlorkalium und siebenfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, dann Chlorkalium und sechsfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, dann dieses und Carnallit, sodann diese beiden und Chlormagnesium (Bischoffit) ab.

Von Einfluſs auf den Krystallisationsgang sind die Tensionen der Mutterlaugen, auf die auch der atmosphärische Feuchtigkeitsgehalt Einfluſs haben kann. Infolge der Tension treten bei 25° eine Reihe von Mineralien noch nicht auf, deren Bestandteile in den Mutterlaugen vorhanden sind, wie Kieserit ($MgSO_4 . H_2O$), Kainit ($MgSO_4 . KCl . 3H_2O$), Kaliastrakanit oder Leonit ($MgSO_4 . K_2SO_4 . 4H_2O$) und Langbeinit ($K_2SO_4 . 2MgSO_4$). Die Tension einer Lösung wird, wenn Sättigung an einem zweiten Salze eintritt, geringer oder bleibt im Grenzfalle dieselbe. So haben gesättigte Lösungen von Chlorkalium

Digitized by Google

und schwefelsaurem Kalium für sich gröfsere Tensionen, als eine an beiden Salzen zugleich gesättigte Lösung. Eine an siebenfach und sechsfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium gesättigte Lösung behält ohne weitere Abnahme ihre geringe Tension, wenn auch noch Sättigung an Chlorkalium eintritt.

Tritt in den Lösungen der oben genannten vier Salze Sättigung an Kochsalz hinzu, wie es bei der Salzlagerbildung durch Verdunstung aus Meereswasser zu erwarten ist, so entstehen bei 25° *C.* folgende Salzbildungen:

1. Chlornatrium, $NaCl$, Steinsalz;
2. Chlorkalium, KCl, Sylvin;
3. Chlorkaliummagnesium, $KMgCl_3 . 6 H_2O$, Carnallit;
4. Chlormagnesium, $MgCl_3 . 6 H_2O$, Bischoffit;
5. Sechsfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, $MgSO_4 . 6 H_2O$;
6. Siebenfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, $MgSO_4 . 7 H_2O$, Reichardtit;
7. Schwefelsaures Kaliummagnesium, $MgK_2(SO_4)_2 . 6 H_2O$, Schönit.

Statt des aus natriumfreier Mutterlauge auskrystallisierenden schwefelsauren Kaliums [1]) erscheint nun ein Doppelsalz von Kaliumnatrium:

8. Schwefelsaures Kaliumnatrium, $K_3Na(SO_4)_2$, Glaserit.

Ferner treten unter der wasserentziehenden Wirkung des Chlormagnesiums zwei minder gewässerte Hydrate des schwefelsauren Magnesiums auf:

9. Fünffach gewässertes schwefelsaures Magnesium, $MgSO_4 . 5 H_2O$, wurde in wohlausgebildeten, gypsähnlichen Krystallen erhalten;

10. Vierfach gewässertes, schwefelsaures Magnesium, $MgSO_4 . 4 H_2O$, wurde in wohlausgebildeten, sechsseitigen, tafelförmigen Krystallen erhalten.

Eine weitere Entwässerung bis zum Kieserit ($MgSO_4 . H_2O$, bildet sich aus der Lösung von schwefelsaurem Magnesium erst bei 140 bis 180°), zeigt sich bei 25° noch nicht, auch Kainit, Leonit, Langbeinit fehlen noch. Jedoch kommen noch zwei Natriumverbindungen hinzu:

11. Schwefelsaures Natrium, Na_2SO_4, Thenardit;

12. Schwefelsaures Natriummagnesium, $Na_2Mg(SO_4)_2 . 4 H_2O$, Astrakanit.

Glaubersalz ($Na_2SO_4 . 10 H_2O$) [2]) kann bei Sättigung mit Chlor-

---

[1]) Beim Einengen der Lösung und weiteren Zusatz von schwefelsaurem Kalium scheidet sich immer nur Chlorkalium unter Aufzehrung des Chlornatriums aus.

[2]) Glaubersalz verwandelt sich bei 32,6° in Thenardit, d. h. verliert den Wassergehalt. Diese Temperatur erniedrigt sich bei Gegenwart anderer Salze, bei Zusatz von Chlornatrium fast um 20°.

Digitized by Google

natrium nur unter 25° *C.*, Löweït ($MgSO_4 . Na_2SO_4 . 2 H_2O$) nur oberhalb 25° auftreten.

Das Vorhandensein eines als Sulfohalit[1]) beschriebenen Doppelsalzes ($2 NaCl . 3 Na_2SO_4$) war nicht nachzuweisen.

Die Gegenwart von Chlornatrium hat auf die Ausscheidungen aus Lösungen der zunächst betrachteten vier Salze (Chlormagnesium, Chlorkalium, schwefelsaures Kalium, schwefelsaures Magnesium) keinen derartigen Einfluss, dass der Krystallisationsgang verwickelter würde. Dieser gestaltet sich vielmehr einfacher, da Chlornatrium mit keinem anderen Chlor- oder Natriumsalz ein Doppelsalz bildet und mit keinem der sonst in Frage stehenden Salze eine einfache nur dieses Salz und Chlornatrium enthaltende gesättigte Lösung liefert. Tritt z. B. zu Chlornatrium schwefelsaures Magnesium, so scheidet sich, bevor eine Sättigung an letzterem erreicht ist, Astrakanit aus, wobei Chlormagnesium in Lösung geht. Bei Zutritt von schwefelsaurem Kalium zur Chlornatriumlösung bildet sich Glaserit, wobei Chlorkalium in Lösung geht. Nur Lösungen, die neben Chlornatrium Chlormagnesium oder Chlorkalium oder schwefelsaures Natrium enthalten, können bei Sättigung an Chlornatrium auch an diesen Salzen gesättigt sein.

Lösungen, die neben Chlornatrium Chlormagnesium und Chlorkalium enthalten, führen beim Einengen zu einer an Chlornatrium, Chlormagnesium und Carnallit gesättigten Lösung. Sind neben Chlornatrium Chlorkalium und schwefelsaures Natrium vorhanden, so erfolgt Sättigung von Chlornatrium, Chlorkalium und Glaserit, sind neben Chlornatrium, Chlormagnesium und schwefelsaures Natrium vorhanden, so tritt Sättigung an Chlornatrium, vierfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium und Chlormagnesium ein. Sämmtliche Lösungen scheiden bei weiterem Einengen die bezeichneten Salze aus. Enthält die Lösung sämmtliche genannten Salze, so verläuft die Krystallisation beim Einengen unter Ausscheidung von Chlornatrium, Chlormagnesium, Carnallit, vierfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium bis zum Erstarren.

Genau verlaufen die Verhältnisse so einfach erst bei mehr als 27°, bei 25° löst sich Glaserit in gesättigter Chlornatriumlösung noch bis zur Sättigung auf. Es scheidet sich dann noch etwas schwefelsaures Natrium ab. Erst bei 27° hört eine Abscheidung von schwefelsaurem Natrium auf, nämlich auf 1000 H_2O:

$$44\,^1/_2\,(NaCl)_2 + 10\,^1/_2\,(KCl)_2 + 14\,^1/_2\,Na_2SO_4 = 55\,(NaCl)_2 + \,^1/_2\,Na_2SO_4 + 7\,K_3Na(SO_4)_2.$$

Bei geringerer Temperatur scheidet sich mehr schwefelsaures Natrium ab, bei 16,3° z. B. $4\,^1/_2\,Na_2SO_4$.

Was das Mengenverhältnis der bei 25° *C.* in gesättigten Lösungen enthaltenen Salze anbetrifft, so ist folgendes festgestellt.

[1]) *Am. J.* 1888, 463.

Digitized by Google

Auf 1000 Moleküle Wasser enthält eine Lösung von Chlornatrium und Chlormagnesium:

$$2^1/_4\,(Na\,Cl)_2\;\;103\,Mg\,Cl_2,$$

eine Lösung von Chlornatrium und Chlorkalium:

$$44^1/_2\,(Na\,Cl)_2\;\;19^1/_2\,(K\,Cl)_2,$$

eine Lösung von Chlornatrium und schwefelsaurem Natrium:

$$51\,(Na\,Cl)_2\;\;12^1/_2\,Na_2\,S\,O_4,$$

eine Lösung von Chlornatrium, Chlormagnesium und Carnallit:

$$1\,(Na\,Cl)_2\;\;\;^1/_2\,(K\,Cl)_2\;\;103^1/_2\,Mg\,Cl_2,$$

eine Lösung von Chlornatrium, Chlorkalium und Carnallit:

$$2\,(Na\,Cl)_2\;\;5^1/_2\,(K\,Cl)_2\;\;70^1/_2\,Mg\,Cl_2,$$

eine Lösung von Chlornatrium, Chlorkalium und schwefelsaurem Natrium, wobei die Bildung von Glaserit auftritt,

a) bei Sättigung an Chlornatrium, schwefelsaurem Natrium und Glaserit:

$$44^1/_2\,(Na\,Cl)_2\;\;10^1/_2\,(K\,Cl)_2\;\;14^1/_2\,Na_2\,S\,O_4,$$

b) bei Sättigung an Chlornatrium, Glaserit und Chlorkalium:

$$45\,(Na\,Cl)_2\;\;20\,(K\,Cl)_2\;\;4^1/_2\,Na_2\,S\,O_4,$$

eine Lösung von Chlornatrium, schwefelsaurem Natrium und Chlormagnesium, wobei sich Astrakanit bildet,

a) bei Sättigung an Chlornatrium, schwefelsaurem Natrium und Astrakanit:

$$46\,(Na\,Cl)_2\;\;16^1/_2\,Mg\,S\,O_4\;\;3\,Na_2\,S\,O_4,$$

b) bei Sättigung an Chlornatrium, Astrakanit und siebenfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium:

$$26\,(Na\,Cl)_2\;\;7\,Mg\,Cl_2\;\;34\,Mg\,S\,O_4,$$

c) bei Sättigung an Chlornatrium und steigendem Chlormagnesiumgehalt, sowie:

1. Sättigung an siebenfach und sechsfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium:

$$10^1/_2\,(Na\,Cl)_2\;\;53\,Mg\,Cl_2\;\;15\,Mg\,S\,O_4,$$

2. Sättigung an sechsfach und fünffach gewässertem schwefelsaurem Magnesium:

$$2\,(Na\,Cl)_2\;\;83^1/_2\,Mg\,Cl_2\;\;9\,Mg\,S\,O_4,$$

3. Sättigung an fünffach und vierfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium:

$$1\,(Na\,Cl)_2\;\;86\,Mg\,Cl_2\;\;8\,Mg\,S\,O_4,$$

Digitized by Google

4. Sättigung an vierfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium und Chlormagnesium:

$$1\,(NaCl)_2 \quad 102\,MgCl_2 \quad 5\,MgSO_4.$$

Die bei den bisherigen Krystallisationsvorgängen nicht auftretenden Salze: Kieserit, Leonit, Langbeinit, Kainit, Löweït lassen sich aus Salzbildungen entstanden denken, die sich aus Lösungen bei 25° ausscheiden, und zwar durch Abspaltung von Wasser, nämlich:

Kieserit, $MgSO_4 . H_2O = MgSO_4 . 4\,H_2O - 3\,H_2O$,

Leonit, $MgK_2(SO_4)_2 . 4\,H_2O = \underset{\text{(Schönit)}}{MgK_2(SO_4)_2} . 6\,H_2O - 2\,H_2O$,

Langbeinit, $Mg_2K_2(SO_4)_3 = \underset{\text{(Kieserit)}}{MgSO_4 . H_2O} + \underset{\text{(Schönit)}}{MgK_2(SO_4)_2 . 4\,H_2O} - 5\,H_2O$,

Kainit, $MgSO_4 . KCl . 3\,H_2O = MgSO_4 . 4\,H_2O + KCl - H_2O$,

Löweït, $MgNa_2(SO_4)_2 . 2\,H_2O = \underset{\text{(Astrakanit)}}{MgNa_2(SO_4)_2\,4\,H_2O} - 2\,H_2O$.

Diese Anhydritbildungen werden bei Temperaturen erfolgen, wo die Maximaltension des Krystallwassers in dem wasserreicheren Salze grösser wird, als die Tension der Lösung, in der es sich befindet oder mit der es bei der Abspaltung des Wassers in Berührung kommt.

Ist schwefelsaures Kalium in Lösung, so vollzieht sich die Umwandlung des Schönits in Leonit bei 47,5°. Bei höherer Temperatur scheidet sich aufser Leonit auch schwefelsaures Kalium aus. Bei Anwesenheit von siebenfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium vollzieht sich die Umwandlung bei 41°, ist ausserdem Chlorkalium zugegen, so tritt die Umwandlung bei etwa 20° ein.

Lösungen, die an Chlormagnesium, Carnallit und Chlornatrium einerseits und an Chlormagnesium, vierfach gewässertem schwefelsaurem Magnesium und Chlornatrium andererseits gesättigt sind und unter Ausscheidung der vier genannten Salze eintrocknen, liefern schliefslich ein Salzgemisch in folgendem Verhältnis, auf 1000 H_2O $^1/_2\,(NaCl)_2$ $^1/_2\,(KCl)_2$ 100 $MgCl_2$ 5 $MgSO_4$.

Lösungen, die an Chlorkalium, Glaserit und Chlornatrium gesättigt sind und schwefelsaures Magnesium sowie Chlormagnesium in Lösung haben, durchlaufen beim Einengen sechs Zwischenstadien, in denen unter Ausscheidung eines neuen Salzes ein vorher ausgeschiedenes aufgezehrt wird, falls es nicht entfernt wird oder vor dem Aufzehren geschützt ist, wobei die Lösung eine feste Zusammensetzung hat.

Diese neuen Salzbildungen beruhen darauf, dafs eine Anreicherung an Magnesiumsalz, besonders Chlormagnesium mit stark wasserentziehender Wirkung eintritt. Wenn sich zuerst Glaserit und Chlorkalium (beide ohne Magnesium) ausgeschieden haben, entsteht darauf Schönit unter Aufzehrung des Glaserits, wobei sich die Zusammensetzung der Lösung nicht ändert, während sie an vier Salzen gesättigt

Digitized by Google

ist. Erst wenn der Glaserit verschwunden ist, ändert sich wieder die Zusammensetzung der Lösung. Bei den sechs Krystallisationsstadien treten folgende Salze in Erscheinung, neben Chlornatrium:

1. Glaserit, Schönit, Chlorkalium,
2. Leonit, Schönit, Chlorkalium,
3. Leonit, sechsfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, Chlorkalium,
4. Fünffach und sechsfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, Chlorkalium,
5. Fünffach und vierfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, Chlorkalium,
6. Carnallit, vierfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, Chlorkalium,
7. Carnallit, vierfach gewässertes schwefelsaures Magnesium, Chlormagnesium, ohne Chlornatrium (Krystallisations-Endpunkt).

Die Zusammensetzung der gesättigten Lösungen in jedem der ersteren sechs Stadien ist folgende, auf 1000 H_2O:

1.	26	$(NaCl)_2$	16	$(KCl)_2$	$18^1/_2$	$MgCl_2$	$11^1/_2$	$MgSO_4$
2.	$19^1/_2$	„	$14^1/_2$	„	$25^1/_2$	„	$14^1/_2$	„
3.	17	„	13	„	$30^1/_2$	„	$13^1/_2$	„
4.	8	„	$6^1/_2$	„	63	„	5	„
5.	$2^1/_2$	„	6	„	68	„	5	„
6.	$2^1/_2$	„	6	„	68	„	5	„

Bei 5. und 6. liess sich durch die Analyse kein sicherer Unterschied nachweisen.

Die letzte siebente Ausscheidung ist:

$$0\,(NaCl)_2 \quad {}^1/_2\,(KCl)_2 \quad 100\,MgCl_2 \quad 5\,MgSO_4.$$

Bei höherer Temperatur bildet sich aus einer an Chlormagnesium reichen Lösung von schwefelsaurem Magnesium auch ein nur zweifach gewässertes schwefelsaures Magnesium, das aus dem vierfach gewässerten entsteht, jedoch in weniger vollkommener Ausbildung als dieses. Es hat keinen dauernden Bestand und verwandelt sich bei etwa 65° in ein $^5/_4$fach gewässertes schwefelsaures Magnesium. Die Umwandlung vollzieht sich bei längerem Verharren des vierfach gewässerten schwefelsauren Magnesiums in der Lösung schon bei weit geringerer Temperatur. Die Umwandlungstemperatur liegt bei etwa 20°. Es wird also auch dieses schwach gewässerte Magnesiumsalz beim Einengen der Lösungen bei der Temperatur von 25° auftreten können.

Von den wenig löslichen Verbindungen, die bei der Verdunstung des Meerwassers noch in Frage kommen, stehen in erster Linie die Calciumverbindungen, und zwar Anhydrit $CaSO_4$, Gyps $CaSO_4 . 2\,H_2O$, Glauberit $CaNa_2(SO_4)_2$, Syngenit $CaK_2(SO_4)_2 . H_2O$, Krugit $Ca_4K_2Mg(SO_4)_6 . 2\,H_2O$, Polyhalit $Ca_2K_2Mg(SO_4)_4 . 2\,H_2O$, Mamanit $Ca_3K_2Mg_2(SO_4)_6 . 3\,H_2O$.

Digitized by Google

Glauberit bildet sich bei höherer Temperatur aus Gyps und Glaubersalz, wenn man 1 *Tl.* Gyps, 50 *Tle.* Glaubersalz mit 25 *Tln.* Wasser bis 80° erhitzt. Bei gewöhnlicher Temperatur in Berührung mit Wasser zerfällt der Glauberit in Gyps und Glaubersalz. Wird er fein gepulvert mit entsprechender Menge Wasser angerührt, so erstarrt er zu einer steinharten Masse, die jedoch unter 25° nicht beständig ist. Auch in gesättigter Chlornatriumlösung wird bei 25° der Glauberit unter Gypsausscheidung vom Wasser zersetzt, jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze, die durch den Gehalt an schwefelsaurem Natrium bedingt ist. Bis zu dieser Grenze setzt sich in einer gesättigten Kochsalzlösung Gyps und schwefelsaures Natrium in Glauberit um. Diese Grenze liegt bei einer Zusammensetzung der Lösung von 1000 H_2O 54 $(NaCl)_2$, 3 Na_2SO_4. Die weiteren Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse des Glauberits in Lösungen, die neben Natrium auch Kalium und Magnesium als Chlor- oder schwefelsaure Salze enthalten, zeigen, dafs bei einer gewissen Grenze die Umwandlung von Gyps und Glauberit unter Bildung von Syngenit erfolgt. Glauberit bildet sich bei 25° in Begleitung von Steinsalz, Reichardtit, Schönit, Astrakanit, Thenardit und Glaserit. Im Meerwasser, das bei 25° verdunstet, sind die Verhältnisse jedoch so, dafs eine Glauberitausscheidung nicht stattfindet, was mit den Beobachtungen *Usiglios* übereinstimmt. In Lösungen, die der Zusammensetzung des Meerwassers entsprechen und bis zur Ausscheidung von Chlornatrium und schwefelsaurem Magnesium eingeengt sind, wird Glauberit unter Bildung von Gyps aufgezehrt.

Bei der Untersuchung der Bildungsverhältnisse des Langbeinits, $Mg_2K_2(SO_4)_3$, der sich als völlig entwässertes Produkt aus Bischoffit, $MgSO_4 . 7 H_2O$ und schwefelsaurem Kalium darstellt, wurde bei der Verfolgung der Entwässerungsstufen als neue Bildung ein $^5/_4$fach gewässertes schwefelsaures Kaliummagnesium gefunden, $Mg_4K_2(SO_4)_5 . 5 H_2O$, entsprechend dem $^5/_4$fach gewässerten schwefelsauren Magnesium, $4 MgSO_4 . 5 H_2O$, wie Leonit dem vierfach gewässerten, Schönit dem sechsfach gewässerten schwefelsauren Magnesium entspricht. Es bildet sich bei einer Temperatur von mehr als 72,5° aus Lösungen, die auf 1 *Mol.* schwefelsaures Kalium 4 *Mol.* schwefelsaures Magnesium enthalten, wobei sich zunächst Leonit, dann bei weiterem Einengen unter Aufzehrung des Leonits bis zum Erstarren das neue Salz bildet.

In Lösungen, die an Chlornatrium und Chlorkalium und verschiedenen anderen Salzen gesättigt sind, ergiebt sich eine einfache Beziehung zwischen dem Gehalt an Chlorkalium und Chlormagnesium insofern, als 1 *Doppelmolekül* Chlorkalium immer $^1/_5$ *Mol.* Chlormagnesium verdrängt, so dafs die Menge Chlorkalium + $^1/_5$ der Menge Chlormagnesium in gesättigten Lösungen eine Konstante ist, die etwa der Zahl 19 entspricht.

Digitized by Google

Bei der Verdunstung und Eintrocknung des Meerwassers bei 25° hat man zunächst die Zusammensetzung bei beginnender Kochsalzausscheidung zu betrachten. Führt man die Bestandteile auf Chlornatrium, Chlorkalium, Chlormagnesium und schwefelsaures Magnesium zurück, so erhält man auf 1000 H_2O . 47 $(NaCl)_2$. 1,03 $(KCl)_2$. 7,36 $MgCl_2$. 3,57 $MgSO_4$. Das erste dem Chlornatrium folgende Salz, das sich bei 25° ausscheidet, ist siebenfach gewässertes schwefelsaures Magnesium. Das Verhältnis von Chlorkalium zu Chlormagnesium bleibt dabei unverändert. Bei weiterem Verlauf scheidet sich sechsfach gewässertes schwefelsaures Magnesium neben Chlornatrium aus, dann beginnt Chlorkalium sich auszuscheiden. Die Zusammensetzung entspricht nahezu den Verhältnissen, wo Sättigung an den schwefelsauren Doppelsalzen von Kalium und Magnesium, Leonit, Schönit eintritt. Der Ausscheidung von Chlorkalium folgt die Ausscheidung von Carnallit und dann von Chlormagnesium.

Die Zusammensetzung ist bei beginnender Ausscheidung des schwefelsauren Magnesiums auf 1000 H_2O 9,7 $(NaCl)_2$, 5,8 $(KCl)_2$, 40,8 $MgCl_2$, 19,8 $MgSO_4$.

Bei beginnender Chlorkaliumausscheidung ist die Zusammensetzung auf 1000 H_2O 4,2 $(NaCl)_2$, 7,8 $(KCl)_2$, 55,8 $MgCl_2$, 14,7 $MgSO_4$.

Das Verhältnis in den einzelnen Stadien der Sättigung ist auf 1000 H_2O Sättigung an:

		$NaCl$	KCl	$MgCl_2$	$MgSO_4$	
1.	$NaCl$ . . . . . =	98	2,06	7,36	3,57	Mol.
2.	„ u. $MgSO_4$ . . . . . =	19,4	11,6	40,8	19,8	„
3.	„ „ u. KCl . . . . . =	8,4	15,6	55,8	14,7	„
4.	„ „ „ u. Carnallit =	4,8	12,4	68	4,8	„
5.	„ „ $MgCl_2$ „ =	0,4	1,2	100	4,9	„

Die bei Beginn jedes Stadiums abgeschiedenen und noch in der Lösung vorhandenen Salzmengen sind:

	$NaCl$	$MgSO_4$	KCl	Carnallit	$MgCl_2$
1. Abscheidung	94,5	—	—	—	—
2. „	2,39	1,63	—	—	—
3. „	0,59	1,42	0,72	—	—
4. „	0,5	0,22	—	1,27	—
5. „	0,02	0,3	—	0,07	6,02
	98,00	3,57	0,72	1,34	6,02
			2,06	7,36	

Der Krystallisationsgang wird nur dann in den einzelnen Stadien diese Mengenverhältnisse aufweisen, wenn die ausgeschiedenen Salze der weiteren Berührung mit der Mutterlauge entzogen werden, da es sonst möglich ist, dafs ein Salz durch ein nachfolgendes, neu sich bildendes Salz teilweise oder gänzlich aufgezehrt wird.

S. 212. **Steinsalz** hat man in Bayern auch in Mittelfranken in der Fortsetzung der Württembergischen Vorkommen durch Boh-

Digitized by Google

rungen nachgewiesen. Bei Burgbernheim, nicht weit von Rothenburg, hat man das Salzlager im Muschelkalk in 140 *m* Tiefe erbohrt. Es zeigt dort eine Mächtigkeit von etwa 25 *m*. Weitere Bohrungen sind (z. B. in Unterfranken bei Schwebheim, südlich von Schweinfurt und bei Klein-Langheim, östlich von Kitzingen) in Aussicht genommen.

· *Ind.* und *Z. f. pr. G.* 1900, 7, 30.

S. 212, 216, 219, 720. Frauenreuth, früher auch Frauenreith (s. *Karsten*, Salinenkunde I) ist als Name für den Ort, der bei Berchtesgaden gelegenen bayerischen Saline kaum noch in Gebrauch. Reith bedeutet eine Biegung, die der Flufs, die Ache, an der Stelle aufweist. Reuth oder reut würde eine Rodung im Walde bedeuten. Die Saline ist 1555 gegründet und wurde 1809 bayerisch. Bis zur Säkularisation im Jahre 1803 war Berchtesgaden gefürstete Probstei (Augustiner Chorherren). Eine ältere Saline bei Schellenberg zwischen Berchtesgaden und Salzburg bestand bis 1805.

S. 216. Den Grad der Gefährlichkeit des Salzbergbaues und des Salinenbetriebes im Vergleiche zu anderen Bergbaubetrieben zeigt ein Vergleich der Aufwendungen, die die Knappschaftsberufsgenossenschaft in Deutschland während der zehn Jahre 1885—1895 für Entschädigungen bei Unfällen zu machen hatte.

Auf 1000 *Mk.* Löhne kommen an Entschädigungskosten und an Kapitalwert der bewilligten Renten:

beim Salzbergbau und bei den Salinen . .	19 *Mk.*	18 *Pf.*
„ Steinkohlenbergbau	28 „	89 „
„ Braunkohlenbergbau	17 „	12 „
„ Erzbergbau und bei den Metallhütten	14 „	81 „
bei anderen Mineralgewinnungen	19 „	82 „

Von den Aufwendungen für Unfälle beim Salzbergbau und den Salinen fallen:

59	*Pzt.*	auf Unfälle, die durch Verschulden der Verletzten,
26	„	die Gefahren des Betriebes,
$7^1/_2$	„	Verschulden von Mitarbeitern,
$7^1/_4$	„	Verschulden des Arbeitgebers oder seiner Angestellten,
$^1/_4$	„	unbekannte Ursachen herbeigeführt sind.

Von der ganzen in Preufsen beim Salzbergbau und Salinenbetriebe beschäftigten Arbeiterschaft waren im Jahre 1897 0,1 *Pzt.* Arbeiterinnen, 1,7 *Pzt.* jugendliche Arbeiter (unter 16 Jahren). Der Lohn betrug im Oberbergamtsbezirk Halle auf die gesammte Belegschaft beim Salzbergbau im Jahre 1897 3 *Mk.* 58 *Pf.*, auf die jugendlichen männlichen Arbeiter 1 *Mk.* 20 *Pf.*

Digitized by Google

Eine besondere Schädlichkeit des Salzbergbaubetriebes und des Salinenbetriebes für die Gesundheit der Arbeiter ist nicht beobachtet worden.

In älterer Zeit will man die Erfahrung gemacht haben, dafs die Sooldünste zu skorbutischen Krankheiten der Salzsieder Anlafs gegeben hätten. Das soll, nach den Erfahrungen auf der Saline Halle, wie *Joh. Gottlob Grüger* (Gedanken von den Steinkohlen, 1746) bemerkt, aufgehört haben, als man statt des Holzes Steinkohlen zum Versieden verwendete. (Man schrieb den Steinkohlen die Eigenschaft zu, die Luft von ungesunden feuchten Dämpfen zu reinigen.) *Gf.* 1895, S. 857.

Besondere Betriebsgefahren, die dem Salzbergbau eigentümlich wären und leicht Unfälle verursachen könnten, bestehen nicht. Belästigend kann der Salzstaub bei maschinellem Bohrbetriebe und in den Salzmühlen sein. Beim Salzsieden ist die Gefahr des Verbrühens in der heifsen Soole gegeben. Verbrennungen an Händen und Armen oder Füfsen kommen öfters vor.

S. 218. Als Saline in der Provinz Hessen-Nassau ist noch zu nennen: Rodenberg-Sooldorf, Kreis Rinteln.

Die Saline Theodorshalle ist jetzt an die Stadt Kreuznach abgetreten.

Hinzugekommen ist die Saline Thiederhall in Braunschweig.

S. 221. Salzgewinnung im Deutschen Reiche im Jahre 1898[1]). Die Zahl der betriebenen Werke war folgende:

Erzeugnis	Hauptbetriebe mit Förderung	Hauptbetriebe ohne Förderung	Nebenbetriebe	Zusammen Hauptbetriebe (mit Nebenbetrieben)
Steinsalz	9	1	7	10 (17)
Kainit	3	10	8	13 (21)
Andere Kaliumsalze	10	5	3	15 (18)
Bittersalze	—	—	7	— (7)
Borazit	—	—	7	— (7)
Siedesalz	71	—	9	71 (80)
Chlorkalium	20	—	3	20 (23)
Chlormagnesium	1	—	5	1 (6)
Glaubersalz	12	—	12	12 (24)
Schwefelsaures Kalium	1	—	9	1 (10)
„ Kaliummagnesium	—	—	8	— (8)
Schwefelsaures Magnesium	—	—	15	— (15)
	127	16	93	143 (236)

[1]) 4. Vierteljahrsheft der Statistik des Deutschen Reiches 1899.

Digitized by Google

	Menge in *t*	Wert in *Mk.*	auf 1 *t* in *Mk.*
Steinsalz	807792,137	3389112	—
Eigener Verbrauch und Haldenverlust	304481,253	947145	—
	503310,884	2441967	4,85
Kainit	1103643,103	15343425	13,93
Andere Kaliumsalze	1105211,780	14306817	12,69
Bittersalze	2443,850	21108	8.64
Borazit	229,677	42985	188,24
Siedesalz	565682,806	12465520	22,04
Chlorkalium	191347,313	25540882	133,48
Chlormagnesium	19818,832	291022	14,68
Glaubersalz	69111,356	1810037	26,19
Schwefelsaures Kalium	18852,892	3053588	161,97
„ Kaliummagnesium	13982,392	1037939	74,23
„ Magnesium	30294,751	490669	16.20

Der Absatz an Steinsalz hat sowohl nach dem Inlande als nach dem Auslande zugenommen, besonders nach Skandinavien und Dänemark, auch nach Sibirien (Amurgebiet). Zurückgegangen ist die Ausfuhr nach Ostindien infolge der Konkurrenz des am Roten Meere gewonnenen Seesalzes.

Auch der Absatz an Kaliumsalzen hat zugenommen. Die Ausfuhr betrug insgesammt 371000 *t* (1897: 338000 *t*), davon nach

den Vereinigten Staaten . . . . . 199000 *t*,
Schweden . . . . . 60000 „
Niederlande . . . . . 31000 „
Grofsbritannien . . . . . 20000 „

An Chlorkalium sind ausgeführt 96000 *t* (1897: 80000 *t*), davon nach

den Vereinigten Staaten . . . . . 53000 *t*.

An schwefelsaurem Kalium und Kaliummagnesium sind ausgeführt 27000 *t* (1897: 21000 *t*), davon nach

den Vereinigten Staaten . . 17000 *t* (1897: 12000 *t*),
Frankreich . . . . . 2400 „ (1897: 2700 „).

S. 238. Kalisyndikat. Die Gewerkschaft Burbach ist in das Syndikat aufgenommen worden.

S. 251. Geologisches Alter der alpinen Salzlager. Im allgemeinen legt man die alpinen Salzlager an die obere Grenze der unteren Trias, an die Grenze von Buntsandstein und Muschelkalk (Werfener Schichten). Den Salzstock von Hall rechnet man jedoch zu einer höheren Lage, zum unteren Muschelkalk (Reichenhaller Schichten). Dies wird in der geologischen Beschreibung des südlichen Teiles des Karwendelgebirges von *O. Ampferer* und *W. Hammer* näher begründet.

H. Höfer, Ö. Z. 1899, 47, 355.

Digitized by Google

S. 259. Salzgewinnung in Österreich im Jahre 1897. Es bestanden 6 alpine und 12 galizische Salzbergbaue und Sudhütten. Steinsalz (Bergkern) wurde in 128 Kammern gewonnen, natürliche Soole aus 12 Bohrlöchern und Bohrschächten, Laugwerksoole in 141 Laugwerken mit 361255 *qm* Himmelsfläche und 8000000 *hl* Fassungsraum.

Siedesalz wurde in 26 Sudhäusern mit 57 Pfannen, zusammen mit 6682 *qm* Pfannenfläche gewonnen, davon hat die gröfste Saline, Ebensee, 1884 *qm*, die kleinste, Lanczyn, 90 *qm*.

Die Seesalzsalinen haben eine Verdunstungsfläche von 10093609 *qm*, davon kommen 13 *Pzt.* = 1344506 *qm* auf die Krystallisationsbeete.

Die Salzerzeugung war 1897 322032500 *kg*, davon

Steinsalz	(30,1 *Pzt.*)	96982700 *kg*,
Sudsalz	(55,8 „)	179687700 „
Seesalz	(14,1 „)	45362100 „

Es war der

Bruttoertrag	. . . . .	22545596 *fl.*,
Aufwand	. . . . .	4017480 „
Gewinn	. . . . .	18528116 *fl.*

Mitteil. des Finanzministeriums, Wien 1899, 5, 1. H., nach *A. Schnabel*, *Ö. Z.* 1899, **47**, 300.

S. 267. Bosnien und Herzegowina lieferten 1898:

Soole	1177788 *hl*	im Werte von	47112 *fl.*,
Sudsalz . . .	14496200 *kg*	„	„	„ 1120264 „

Ö. Z. 1899, **47**, 298.

S. 268. Schweiz. Steinsalz ist im Aargau 6 bis 50 *m* mächtig durchbohrt. Es liegt unter dem Salzthon des unteren Muschelkalkes mit Gyps- und Anhydritschichten.

Bei Bex besteht das Salzlager zu etwa 78 *Pzt.* aus Anhydrit, zu 22 *Pzt.* aus Salz. Im Kanton Bern ist Steinsalz bei Farneren und Leissigen in geringer Menge erbohrt worden.

Z. f. pr. G. 1899, **7**, 224.

S. 268. Salzgewinnung in Frankreich. Die Salzerzeugung war im Jahre 1892:

Algier, Dep. Oran, bei Arzew:

24784 *t* (Seensalz) mit 441 Arbeitern,

Frankreich:

Steinsalz	509856 *t*	mit	336 Arbeitern,
Seesalz	463896 „	„	10143 „
Steinsalz-Umsiedung auf Salzsiedereien		„	1304 „

Digitized by Google

Davon kommen:

1. auf den Nord- und Nordwestbezirk:

Dep. du Morbihan, Seesalz . . .	7332 *t*	mit 450	Arbeitern,
„ de la Loire Inf., Seesalz . .	70017 „	„ 2000	„
„ de la Vendée, Seesalz . . .	36176 „	„ 2050	„

2. auf den Nordost- und Ost-Nordostbezirk:

Dep. Meurthe et Moselle, Steinsalz 409544 *t* mit 966 Arbeitern, darunter Crévic, Flainval und Gellenoncourt (50000 *t*), Laneuville, St. Nicolas, Sommerviller, Varangéville (90000 *t*), davon $^2/_3$ für chemische Fabriken, $^1/_3$ vermahlen zum Schneeschmelzen nach Paris verkauft.

Dep. Haute-Saone, Steinsalz . .	8771 *t*	mit 42	Arbeitern,
zu Gouhenans, Siedesalz (sel raffiné)			
Dep. du Doubs, Steinsalz . . .	25253 „	„ 122	„
zu Mizerey			
Dep. du Jura, Steinsalz	26700 „	„ 146	„
2. Bezirk zusammen . . .	470269 *t*	mit 1276	Arbeitern,

3. auf den Süd- und Südostbezirk:

Dep. des Pyrénées Orient., Seesalz	1361 *t*	mit 41	Arbeitern,
„ de L'Hérault, Seesalz	23699 „	„ 401	„
„ du Gard, Seesalz	62141 „	„ 1150	„
„ du Var, Seesalz	33520 „	„ 786	„
„ Bouches du Rhône, Seesalz	135381 „	„ 2508	„
„ de la Corse (Corsica), „	600 „	„ 6	„
3. Bezirk zusammen Seesalz .	269462 *t*	mit 5213	Arbeitern,

4. auf den Südwestbezirk:

Dep. de la Charente Inf., Seesalz .	80756 *t*	mit 415	Arbeitern,
„ des Landes, Steinsalz	10853 „	„ 103	„
Compagnie des Salines de Dax, Steinsalzgruben zu Bidart. Gortiague, Dax und Saint-Pandleon.			
Dep. des Basses Pyrénées, Steinsalz	21534 *t*	mit 229	Arbeitern,
„ de la Haute-Garonne, „	7200 „	„ 42	„
4. Bezirk zusammen: Steinsalz	39587 *t*	mit 374	Arbeitern,
Seesalz	80914 „	„ 430	„

Statistique Générale des Richesses Minérales et Métallurgiques de la France et des Principaux États de l'Europe par *E. de Villars*, Paris 1895, herausgegeben durch *Vve. Ch. Dunod* et *P. Vicq*.

Im Jahre 1897 sind gewonnen in

Frankreich:

Meersalz	340582 *t*	im Werte von	4388400 *Frcs.*,
Steinsalz (u. Siedesalz) .	607421 „	„ „	6810718 „

Algier:

Seensalz	23222 „	„ „	390288 „

Statistique de l'industrie minérales et des appareils à vapeur en France et en Algéries pour l'année 1897. Herausgeg. im Min. d. öff. Arb.; *Pr. Z.* 1899, **47**, 128.

Digitized by Google

S. 270. **Salzgewinnung in England.** Gewonnen sind im Jahre 1897:

Steinsalz	Menge
in Cheshire	71808 *ts*,
„ Lancashire	79061 „
in England	150869 *ts*,
„ Irland	31209 „
zusammen	182078 *ts*,
gegen	214319 „ i. J. 1896,

Siedesalz	Menge	Wert
in Chester (Stafford)	1160656 *ts*,	402295 £,
„ Lancester	104434 „	
„ Durham	224542 „	87010 „
„ Worcester	176280 „	70511 „
„ York	44923 „	20173 „
England	1710835 *ts*,	
Irland (Antrim)	10580 „	5215 „
zusammen	1721415 *ts*,	585204 £,
gegen	1808038 „	i. J. 1896.

In Irland wird die Soole aus Steinsalz gewonnen, das, wenn thunlich, in Seewasser aufgelöst wird.

Die Ausfuhr englischen Salzes (Stein- und Siedesalz) betrug:

	1897		1896	
nach	Menge in *ts*	Wert in £	Menge in *ts*	Wert in £
Rufsland	8161	3951	16008	7079
Skandinavien	21402	12540	29418	17358
Dänemark	36227	15481	41352	17316
Deutsches Reich	20568	11085	21009	10851
Holland	12960	3998	15323	4461
Belgien	33511	17456	33246	17128
Westafrika	37414	43333	36459	42256
Britisch Südafrika	6314	6204	5431	5196
„ Ostindien	264216	149990	203619	122044
Australasien	33981	35230	45856	49957
Brit. N.-Amerika	73989	45690	68615	46059
Ver. Staaten	92678	94405	112679	97939
Brit. Westindien	6716	6819	7816	8041
Übriges Westindien	21	84	43	151
Chile	7855	5640	6913	5443
Brasilien	7425	6197	10811	9231
anderen Ländern	5247	8430	6337	9821
zusammen	668685	466533	660935	470330

General Report and Statistics for 1897 (Mines and Quarries), pres. to both Houses of Parliament, London 1898.

Digitized by Google

Englische Salzkonvention. Zur Sicherung fester Preise und zur Förderung der Interessen der Salzindustrie haben die englischen Werke zu Northwich eine Salzkonvention beschlossen. Den Vorsitz führt *Thomas Ward.*

Ind. 1899, 10, 2046.

S. 292. **Salz in Transkaspien.** Salz kommt in Quellen, Seen und Gesteinsschichten vor. Für gewerbliche Zwecke wird es nur in den Kreisen Krasnowodsk und Manghischlak, sonst von den Bewohnern nur für eigenen Bedarf ausgebeutet. Die Gewinnungsstätten sind:

1. Die Steinsalzlager zu Tscheleken auf der Halbinsel Tscheleken, deren Vorrat auf 20000000 *Pud* (327600 *t*) geschätzt wird;
2. die Lager von Balla-Tschem, nahe bei der Eisenbahnstation, umfassen etwa 15 *Q.-Werst* (= 17,07 *qkm*), ihr Salzreichtum wird auf 220000000 *Pud* (3603600 *t*) geschätzt;
3. die grossen Salzseen bei Milla Kara;
4. der Salzsee Kuli, 250 *Q.-Werst* (= 284,5 *qkm*);
5. die Salzseen Kukurt-Ada, Karababa, Karakul u. a.;
6. Salzseen im Kreise Merw.

Die bedeutendste Gewinnung ist bei Tscheleken. Das Salz wird über Usun-Ada nach den Häfen des Kaspischen Meeres und nach Persien ausgeführt.

Die Ausbeute in *t* war annähernd:

	1893	1894	1895
Tscheleken	12522	17112	16659
Bala-Tschem	202	202	1097
Milla-Kara:			
Lukjanowski	393	1154	1334
Sesnewski	171		
See Bek-Dasch	191	211	221
„ Kitik	206	101	152
„ Utsch-Kempio	1	10	14
„ Sarik (Kreis Merw) . . .	3276	2457	2457
zusammen	16962	21247	21934

Dazu kommt, was die Bevölkerung für den eigenen Bedarf gewinnt.

Die Provinz Transkaspien im Sibirischen Handels- und Gewerbekalender von *F. P. Romanow*, Jahrg. 1899, und Jahrbuch der Montanindustrie Rufslands von *Kalibin* und *Boransky*, auch Transkaspien und seine Eisenbahn, von Dr. *O. Heyfelder*. *Pr. Z.* 1899, 47, 133, *F. Thiefs*.

S. 294. **Salz in Persien.** Der Kuh i Namak (Salzberg) besteht aus Kalkmergel und festem Kalkstein, mit dem dünne Schichten von Gyps wechsellagern. Der Berg ist mit einer Steinsalzschicht überkleidet, deren Mächtigkeit am Fufse 3 bis 4 *m* ist, in einer Höhe von etwa 600 *m* über der Thalsohle schon bis auf 30 *m* anwächst und mit

Digitized by Google

steigender Höhe zunimmt. Das obere Drittel mit fast senkrecht aufsteigenden unzugänglichen Wänden scheint ein einziger massiver Block von Steinsalz zu sein. Das Salz ist verschieden gefärbt. Zahlreiche dort entspringende Quellen sind salzig. Wo sie Wasserfälle bilden, hängen an den Wänden Massen von Salz aus wasserhellen Krystallen, die im Sonnenschein blendend glitzern. Mitunter finden sich Lager eines salzhaltigen Gemenges aus Thon und Gyps, in dem zahlreiche Klümpchen von reinem Schwefel und zahlreiche Blättchen von Eisenglimmer vorkommen.

Ö. Z. 1899, 47, 632. *H. Winklehner.*

S. 300. Salz in China. In der Provinz Setschouan wird Salzindustrie hauptsächlich in drei Bezirken betrieben. Am wichtigsten sind die Salinen von Tselioutsin, etwa 110 *km* nördlich von Souifou mit gegen 1000 Schächten und Petroleumquellen. Die Salinen von Kiating haben dies nicht. Eine dritte Gruppe von Salinen liegt zwischen Mientscheou, Paoning und Hotscheou zerstreut. Alle übrigen Salzgewinnungen in der Provinz sind verboten.

Die Salinen von Tselioutsin umfassen ein Gebiet von etwa 160 *qkm*. Bei 50 bis 60 *m* Teufe trifft man auf eine Gesteinsschicht, auf die man eine Reihe quadratischer Steine mit 30 bis 40 *cm* weitem Loche fast bis zur Hängebank über einander aufbaut. In diese Steinröhre wird eine Röhrentour von Cypressenholz eingesetzt, die gegen die Schachtwasser dicht abschliefst und innen 8 bis 10 *cm* weit ist. Darüber wird ein grofser Haspel mit Bambusseil, das stärker als Hanfseil ist, aufgestellt. An dem Seile hängt der Bohrer Die Arbeit schreitet langsam vorwärts, ist aber billiger als Dampfbetrieb. Man bohrt 4, 6, auch 10 Jahre lang, wenn die Arbeit nicht durch Schwimmsand oder infolge von Geldmangel unterbrochen wird. In letzterem Falle wird der Schacht verkauft, es wird jedoch weiter gearbeitet. Ein Teil wird bezahlt, ein anderer Teil bis $^4/_{30}$ bleibt dem Verkäufer, wenn das Unternehmen glückt. Eine Bohrung von 780 *m* Teufe rückte bei einer Weite von 10 bis 18 *cm* täglich 10 bis 15 *cm*, zuweilen auch bis 40 *cm* vor.

Zu Ganlintcheou in der Provinz Jünnan bildet nach den Berichten der Lyoner Mission die Salzgewinnung die einzige Industrie dieser aus etwa 1000 Haushaltungen bestehenden Stadt. 12 oder 13 Brunnenschächte von 10 bis 12 *m* Teufe und viereckigem Querschnitt liefern die Soole, die vermutlich aus Infiltrationen der Perm- oder Triasbildungen herrührt, die den Untergrund der Stadt und der benachbarten Hügel bilden. Die Soole ist sehr schwach und unrein, sie eignet sich deshalb nicht zur unmittelbaren Verdampfung. Der Boden um die Schächte wird eingeebnet und durch kleine Mauern in Beete eingeteilt. Der Boden wird umgegraben und das Salzwasser darüber geleitet. Durch die Sonnenwärme verdampft das Wasser, die Erde ist dann mit Salz durchsetzt, sie wird gesammelt und auf Gestellen über

Digitized by Google

Behältern aufgehäuft. Das Salz wird dann durch Wasser ausgezogen, die Soole in Bottichen gesammelt und in flachen Pfannen abgedampft. Aus den Schächten wird die Soole in rindsledernen Kübeln mittels Haspel am Seile durch vier Personen gehoben. Es werden 300 bis 360 *t* im Jahre gewonnen.

Ö. Z. 1899, **47**, 523; *B.- u. H. Z.* 1900, **59**, 4, 6.

S. 300. Salz in Japan. Salz wird hauptsächlich an den Küsten der Inlandsee aus dem Meere in Salzgärten gewonnen. Steinsalz oder verwendbare Soole kommen in grofsen, zur Ausnutzung geeigneten Mengen nicht vor.

Die Ausbeute war:

	Menge	Wert	Preis für 1 *Koku*
1892	5655795 *Koku*	3584093 *Yen*	0,63 *Yen*
1893	6655787 (1 = 180 *l*)	3666349 (1 = 2,10 *Mk.*)	0,55
1894	6325891	3483078	0,55
1895	5995052	3866674	0,64
1896	5235024	7620616	1,46

Das Salz ist von geringer Güte. Es dient zum Einsalzen von Fischen und zur Herstellung der Soya-Sauce, die in grossen Mengen verbraucht wird. Dazu mufs das Salz vorher 1 bis $1^1/_2$ Jahre lagern.

Bei der Gewinnung wird das Meerwasser mittels Holzkohle verdampft. Da der Preis dafür gestiegen ist, so ist auch der Salzpreis gestiegen.

Die Einfuhr von Salz (nur Rohsalz) war bis 1896 gering, ist dann aber gewachsen und war

	dem Werte nach	davon aus Deutschland	aus China
1896	116700 *Mk.*	2050 *Mk.*	102200 *Mk.*,
1897	234800 „	38400 „	157200 „
1898	269200 „	183100 „	46000 „

Das deutsche Salz ist weifser und reiner als das japanische und chinesische. Die Salzernte war 1898 besonders ergiebig, etwa 600000 *t*, gegen 400000 *t* im Jahre 1897. Der Preis ist deshalb von 2 *Mk.* 10 *Pf.* für 1 *Pikul* (= 60,479 *kg*) auf 1 *Mk.* 26 *Pf.* gesunken.

Nach amtlichem Berichte des kaiserl. Generalkonsulats in Yokohama; *Gf.* 1900, **36**, 36.

S. 302. Salz in Ägypten. Für die Gewinnung und den Verkauf von Salz aus den Salinen bei Mex hat die *Egyptian Syndicate Lted.* Konzession mit folgenden Bedingungen erhalten. Das Salz mufs in Mex auf Kosten der Gesellschaft erzeugt werden. Von jeder Tonne Salz sind für Ägypten und den Sudan auf die ersten 45000 *t* 340 *Piaster*, darüber 330 *Piaster* als Abgabe zu zahlen. Das Salz

Digitized by Google

muſs dem Publikum in mindestens gleicher Güte wie bisher von der Regierung zu 5 *Millième* für 1 *kg* gewöhnliches Salz und zu 10 *Millième* für 1 *kg* feines Salz verkauft werden. Die Regierung kann einen geringeren Preis verlangen, muſs dann jedoch gleich viel von der Abgabe nachlassen. Nur die Gesellschaft darf fremdes Salz einführen. Bei der Ausfuhr von Salz sind, abgesehen von der Ausfuhrabgabe an die Zollbehörden, 40 *Millième* auf die Tonne zu entrichten. Die Salzkonzession (Monopol) gilt bis zum 10. November 1947. Das gleiche Recht besteht für Wadi-Natron. Das Salzmonopol kann von der Regierung vor Ablauf der Konzession mit sechsmonatlicher Kündigung aufgehoben werden. Die Gesellschaft hat dann ein Kaufvorrecht an den Salzlagern von Mex.

Ind. 1899, **10**, Nr. 248.

S. 314. Salzrecht. Quellenschutz. Um dem Bedürfnisse eines angemessenen Schutzes der Mineralquellen, wozu auch die Soolquellen gehören, gegen schädigende Einwirkungen benachbarter Schürf- und Bergbauunternehmungen gerecht zu werden, sind vereinzelt gesetzliche Bestimmungen erlassen (Baden, Sachsen-Weimar). In Preuſsen ist ein Gesetzentwurf in Vorbereitung. Danach sollen gemeinnützige Quellen auf Antrag des Quelleneigentümers durch gemeinsamen Beschluss des Oberbergamts und des Regierungspräsidenten einen Schutzbezirk erhalten. In diesem Schutzbezirk dürfen Ausgrabungen, Bohrungen und sonstige unterirdische Arbeiten nur mit Genehmigung des Oberbergamts und des Regierungspräsidenten vorgenommen werden. Für Beschränkungen des Grundeigentums innerhalb des Schutzbezirks soll eine Entschädigung im voraus nicht gewährt werden. Strafe bis 1000 *Mk.* oder Haft oder Gefängnis bis zu sechs Monaten kann bei Zuwiderhandlung verhängt werden.

Z. f. pr. G. 1900, **8**, 61, ferner: 1893, **1**, 48, 123, 215; 1895, **3**, 183; 1898, **6**, 262. *Z. f. B.* 1900, **41**, 177.

Die Soolquellen der Saline Lüneburg sind durch Verordnung der Landespolizeibehörde vom 27. Juli 1899 in der Weise geschützt worden, daſs innerhalb der Gemeindebezirke Lüneburg Stadtkreis, Lüne mit dem Vorwerk Bilm, der Lüner Bleiche u. a. Tiefbohrungen und sonstige Schürfarbeiten zur Aufsuchung von Steinsalz nebst den mit diesem auf der nämlichen Lagerstätte vorkommenden Salzen, sowie zur Erschlieſsung von Soolquellen, ferner alle in gröſserer Tiefe als 15 *m* vorzunehmenden Arbeiten zur Aufsuchung und Gewinnung sonstiger dem Berggesetze nicht unterliegender Mineralien, sowie zu anderen Zwecken untersagt sind. Ausnahmen kann der Regierungspräsident gestatten.

Z. f. pr. G. 1900, **8**, 61.

Digitized by Google

Salzregal. Die Saline Lüneburg beansprucht auf Grund älterer Verleihungen das ausschliefsliche Salzgewinnungsrecht in einem grofsen Teile der Provinz Hannover, was für eine Anzahl neuerer Unternehmungen auf Kaliumsalze von Bedeutung ist.

Durch Gesetz vom 9. Januar 1899 ist das Salzregal des Staates für die Fürstentümer Waldeck und Pyrmont eingeführt. Für Oldenburg ist ein Gesetz, durch das das Staatsregal für Salze und Soolquellen bestimmt werden soll, in Aussicht. Für das Königreich Bayern steht ein entsprechendes Gesetz in Aussicht.

S. 337. Salzverwendung. Zum Nachweis der Herkunft oder des Zusammenhangs von Wasserquellen und Flufsläufen hat man des öfteren Kochsalz mit Erfolg angewendet. Der Zusammenhang des zwischen Immendingen und Möhringen in den Spalten des zerklüfteten Quaderkalkes verschwindenden Wassers der Donau, deren Bett häufig bis Tuttlingen trocken liegt, mit dem 11 *km* südwestlich und 150 *m* tiefer liegenden Quellensee der Aach ist durch Kochsalz festgestellt worden. Der Kochsalzgehalt des Donauwassers und der Aachquelle wurde zuvor ermittelt, dann wurden in Verlauf von einer Stunde 10 000 *kg* Fegesalz aus der Saline Dürrheim (mit 95 *Pzt.* Chlornatrium) zwischen Immendingen und Möhringen in eine der Hauptversickerungsspalten eingebracht. Wenige Stunden danach wurden Proben aus der Aachquelle in Zwischenpausen von $1^1/_2$, dann von 1 Stunde, im ganzen, im Verlauf von 87 Stunden 25 Min., 83 Proben entnommen. Der Salzgehalt, der durch salpetersaures Silber bestimmt wurde, stieg von der 7. bis zur 52. Schöpfprobe von 47,6 bis zu 158,2 *g* und nahm dann langsam wieder ab. Bei einer Wassermenge von etwa 3,5 *cbm* in der Sekunde konnte nach den Proben eine Salzmenge von 9268 *kg* berechnet werden, ein Unterschied gegen die zugesetzte Menge von 9500 *kg*, der aus geringen Fehlern der Proben und Wechsel in der Wassermenge zu erklären ist. Also annähernd die ganze dem Donauwasser zugesetzte Salzmenge war der Aachquelle zugeführt worden.

Organische Färbemittel versagen z. B. bei sehr hartem, an Kohlensäure reichem Wasser, oder bei längerer Berührung des Wassers mit Kalkstein und mit Torfboden und liefern kein unbedingt sicheres Ergebnis.

B.- u. H. Z. 1899, 58, 410.

S. 346. Befreiung von der Salzabgabe. Die Verwendung steuerfreien Salzes zum Einsalzen von Fischen, die Gegenstand des feineren Tafelgenusses sind, bleibt ausgeschlossen; bei allen anderen See- und Küstenfischen ist sie dagegen zugelassen. Jene Fische sind: Steinbutt, Tarrbutt, Seezunge, Rotzunge (kleinköpfige Scholle), Stör, Lachs, Neunauge, Schnäpel, Hecht, Zander, Karpfen, Schlei.

Bundesratsbeschlufs vom 8. Juni 1899, §. 387 d. Protokolle.

Digitized by Google

S. 348. Unter Viehfütterung, bei der abgabenfreies Salz verwendet werden kann, ist die Fütterung von Tieren jeder Art zu verstehen. Die für Landwirte in dieser Beziehung getroffenen Bestimmungen gelten auch für alle sonstigen Besitzer von Tieren.

Bundesratsbeschluſs vom 16. März 1899, §. 177 d. Protokolle.

S. 350. Mit Heringslake denaturirtes Salz darf auch zum erstmaligen Einsalzen von Heringen steuerfrei verwendet werden.

Bundesratsbeschluſs vom 21. Dezember 1899, §. 816 d. Protokolle.

S. 354. Abgabe von Salzproben. Die Steuer für Salzproben von einzeln mehr als 100 *g* kann auf Antrag der Salzwerksverwaltungen für 25 *kg* im voraus entrichtet werden. Die nach und nach entnommenen Proben müssen zusammen genau 25 *kg* ausmachen. Das Salzsteueramt führt darüber ein besonderes besiegeltes foliirtes Register. Das Hauptsteueramt prüft das Bedürfnis für die Zulassung des Verfahrens. Kleine Probemengen unter 100 *g* bleiben unversteuert.

S. 376. Salzbohrungen. Grofse Leistungen bei Wettbohrungen hat z. B. die Akt.-Ges. für Tiefbohrung von *Heinrich Lapp* in Aschersleben mit 479 *m* Bohrlochstiefe in vier Wochen, 647 *m* Bohrlochstiefe in sechs Wochen aufzuweisen. Die Gesellschaft hat bis zum Jahre 1900 328 Tiefbohrungen ausgeführt.

Salzbohrungen von 1000 *m* und darüber sind:

Bei Eime	1000 *m* / 1001 „	Bei Altenhagen	1286 *m*
„ Hildesheim	1137 „	„ Unseburg	1290 „
„ Sehnde	1153 „	„ Lieth	1338 „
„ Lübtheen	1207 „	„ Wansleben	1383 „
„ Sperenberg	1273 „	„ Salzdetfurt	1410 „

S. 378. Verdichtung der Bohrlöcher. Als Beispiel für die Ausführung einer Verdichtung (Zufüllung) eines Bohrloches sei folgendes Verdichtungsverfahren angeführt (Bohr-Ges. Prinz Adalbert, *Ind.* 1900, **11**, 410). Von 568 bis 270 *m* Teufe ist das Bohrloch mit Kies verfüllt worden, bei 500, 420, 370 und 270 *m* hat man jedesmal einen 2 *m* langen Holzkeil eingesetzt. Von 270 bis 180 *m* wendete man Magnesia-Cement-Beton an, der aus 2 *Tln.* Kies, 1 *Tl.* Cement, mit 1 *Tl.* Chlormagnesiumlauge angemengt, hergestellt wurde. Von 180 bis 80 *m* folgte Portland-Cement-Beton (2 *Tle.* Kies, 1 *Tl.* Cement). Bei 240, 210, 180, 160, 110, 100, 90, 80 *m* wurden Holzkeile von 1 *m* Länge eingebaut.

S. 382. Schachtarbeiten zu Jessenitz. Durch die erste Moosbüchse war der Wasserabschluſs nicht völlig erreicht worden. Der Schacht wurde deshalb in kleinerem Durchmesser weiter abgebohrt.

Digitized by Google

Der alte Cuvelageboden mufste zunächst entfernt und beim Abbohren engere Cuvelage eingebracht werden. Es wurden dann noch 30 *m* unterhalb der Moosbüchse im Steinsalz gebohrt. Die dann eingebrachte mit Boden und Deckel versehene Cuvelage mit Moosbüchse hatte 3,15 *m* lichten Durchmesser und war 48 *m* hoch, so dafs sie 18 *m* hoch in die weitere Cuvelage hineinreichte. Der ringförmige Raum zwischen Cuvelage und Salzstofs wurde nach den Vorschlägen von *Nettekoven* zum Teil mit Magnesiumcement verfüllt (Mischung von gebrannter Magnesia mit Chlormagnesiumlauge, nach *Sorel*). Diese Masse verkittet sehr fest mit dem Steinsalz und wird in kurzer Zeit so hart wie Marmor. Zum Teil wurde Portlandcement verwendet, der bei zweckmäfsigem Verfahren auch in gesättigter Soole gut abbindet. Er wird in bestimmtem Verhältnisse mit Soole gemischt.

Der dünne Betonbrei wurde mit Betonirungslöffeln, die auf den ganzen Schachtumfang in gleichen Abständen verteilt waren und gleichzeitig eingesenkt und nach dem Entleeren wieder gehoben wurden, so eingebracht, dafs die einzelnen Mengen nicht mehr als 75 *cm* nach jeder Seite aus einander zu fliefsen brauchten. Dadurch wurden wirbelnde Bewegungen vermieden und die Betonmasse konnte sich gleichmäfsig ablagern. In ähnlicher Weise ist man bei dem Abdichten des Friedrichshaller Bohrschachtes bei Kochendorf (Jagstfeld) im Jahre 1898 verfahren.

Nach acht Wochen Wartezeit konnte der Cement als genügend erhärtet angesehen werden, so dafs der Cuvelagedeckel und der Boden entfernt werden konnten. Der Abschlufs war vollständig, so dafs weder unter der zweiten Moosbüchse noch zwischen den Moosbüchsenringen Wasser durchsickerte. Durch eine sorgfältig pikotirte Anschlufscuvelage wurde die Moosbüchse gesichert. Dies konnte, ohne dafs Störungen durch eindringende Wasser vorgekommen wären, geschehen, obwohl der Salzstofs an der Stelle, wo die Moosbüchse safs, zum Teil stark ausgewaschen war.

Ind. 1900, **11**, 227.

S. 383. Bergpolizei beim Salzbergbau. Für den Verwaltungsbezirk des Königlichen Oberbergamts zu Clausthal (insbesondere Provinz Hannover) bestimmt die Allgemeine Berg-Polizeiverordnung vom 26. September 1899 folgendes:

§ 7. Beim Abbau von Steinsalz oder von den mit diesem Mineral auf derselben Lagerstätte vorkommenden Salzen (Carnallit, Kieserit, Kainit u. s. w.) müssen Sicherheitspfeiler an den Grenzen des Grubenfeldes oder der Abbaugerechtsame, und zwar in folgender Stärke:

bei einer Tiefe der Grubenbaue unter Tage:

bis zu 100 *m*	von mindestens	40 *m*
über 100 „ bis zu 200 *m*	von	52 „
„ 200 „ „ „ 300 „	„	64 „

Digitized by Google

über 300 *m* bis zu 400 *m* von 76 *m*
„ 400 „ „ „ 500 „ „ 88 „
„ 500 „ „ 100 „

rechtwinklig auf die Berechtigungsgrenze gemessen, jederseits der letzteren unverritzt stehen bleiben.

§ 8. Die Grubenbaue dürfen sich den in § 7 Abs. 1 vorgeschriebenen Sicherheitspfeilern nur bis auf 50 *m* nähern, soweit nicht deren Richtung von einem konzessionirten Markscheider angegeben und dies durch bezügliche Eintragung ins Zechenbuch nachgewiesen ist.

Bohrlöchern, welche das Salzlager unter jüngerem Gebirge erreicht haben, sie mögen verdichtet sein oder nicht, dürfen sich die Grubenbaue ohne Genehmigung der Bergrevierbeamten auf höchstens 50 *m* nähern.

§ 9. Abbaubetriebe, in welchen die Salze durch Auflösung gewonnen werden, müssen an ihren Feldesgrenzen Sicherheitspfeiler von der doppelten der in § 7 vorgeschriebenen Stärke unverritzt stehen lassen.

Die daselbst unmittelbar zur Lösung und Hebung der Salze bestimmten Schächte und Bohrlöcher dürfen nur in einer Entfernung von mindestens 100 *m* von den Grenzen dieser Sicherheitspfeiler stehen.

§ 10. Der Verhieb, die Durchörterung oder Schwächung der Sicherheitspfeiler ist nur mit besonderer Genehmigung des Oberbergamts zulässig.

§ 11. Der Abbau der im § 7 Abs. 1 gedachten, mit Steinsalz auf der nämlichen Lagerstätte vorkommenden Salze darf nur in der Weise erfolgen, dafs die abgebauten Räume vollständig mit Bergen versetzt werden. Anstatt der Berge dürfen auch Steinsalz, Rückstände von der Verarbeitung der Kalisalze, kalte Aschen, Bauschutt und ähnliche Materialien verwendet werden. Der Versatz hat dem Abbau so nachzufolgen, dafs die freien Salzstöfse und Salzfirsten nicht länger als sechs Monate der Verwitterung ausgesetzt bleiben.

§ 12. Beim Abbau des Steinsalzes müssen Weitungen, die 100 *m* Länge, 25 *m* Breite und 9 *m* Höhe überschreiten, regelmäfsig und vollständig mit Bergen versetzt werden. Bei anhydritreichem, sehr festem Steinsalze kann von dem Oberbergamte auf besonderen, an den Bergrevierbeamten gerichteten Antrag gestattet werden, dafs der Versatz nur teilweise erfolge. Die Ausfüllung mufs dem Abbau so nachfolgen, dafs die Räume höchstens drei Jahre offen bleiben.

§ 82. Die regelmäfsige Nachtragung der Grubenbilder mufs bei Steinsalz- und Kalisalzbergwerken mindestens halbjährlich stattfinden, soweit nicht durch besondere Anordnungen des Oberbergamts andere Fristen gestellt werden.

Digitized by Google

S. 384. Auslaugung der Kaliumsalzlager. M. Wolff in Berlin will durch ein ihm patentirtes Verfahren (*D. R.-P.*, Kl. 5, Nr. 30 302 vom 24. April 1884) den Abbau der Mutterlaugensalzlager durch Auslaugung ermöglichen, indem zur Auslaugung durch ein Bohrloch oder mittels Sinkwerksbetrieb nicht Wasser, sondern solche Salzlaugen verwendet werden, die immer nur das gewünschte Mineral lösen.

Hat die Auslaugung durch Bohrlöcher schon bei Steinsalzlagern ihre Bedenken, so sind diese bei den leichter löslichen Salzen um so gröfser. Auch bei Sinkwerksbetrieb werden die Gefahren der Verschneidungen und des Zubruchegehens des Himmels sich in verstärktem Mafse geltend machen. Die Gewinnung wird dann kaum so billig sein können, wie die feste Gewinnung. Eine Anwendung hat das Verfahren wohl nirgends gefunden.

S. 398. Sprengarbeit. Zu Kaczyka wird beim Streckenvortrieb, bei Verwendung von Handdrehbohrmaschinen elektrische Zündung benutzt. In den Strecken von 2,20 *m* Breite, 1,90 *m* Höhe, also mit 4,18 *qm* Streckenfläche wird an den Ulmen (den beiden Seitenstöfsen) geschrämt und der Salzspiegel mit fünf Schüssen hereingewonnen. Früher stellte man auch noch First- und Sohlenschrame her, wobei die Leistung und der Verdienst der Häuer geringer waren. Die Kosten der elektrischen Zündung bei gleichzeitigem Wegthun der fünf Schüsse stellte sich auf 100 *kg* um 0,20 *kr* höher. Jedoch gewinnt man mehr Salz in Blöcken und weniger Minutien (Salzklein) als bei der Anwendung von *Bickford*'schen Zündern und einzelnem Wegthun der Schüsse.

Ö. Z. 1899, **47**, 358.

S. 435. Grubenwasser. Zum Heben der Schachtspritzwasser dient auf dem Salzwerke Schmidtmannshall bei Aschersleben, Schacht 4, eine bei 320 *m* Teufe aufgestellte Wassersäulenmaschine nach dem System von *Kaselowsky*, die mit hochgepreſstem Aufschlagwasser (220 *Atm.* Überdruck) betrieben wird. Dazu ist über Tage eine Differentialpreſspumpe aufgestellt.

Pr. Z. 1894, **42**, 177.

Zur Wältigung der bedeutenden Mengen Grubenwasser auf dem herzogl. anhaltischen Salzwerke zu Leopoldshall hat man im Jahre 1899 drei schnell laufende *Riedler*-Expreſs-Pumpen von besonderer Bauart angewendet, von denen jede etwa 1,2 *cbm* salziges Wasser auf 350 *m* Höhe zu fördern vermag. Die Pumpen sind auf dem Schachte III eingebaut und werden durch Drehstrommotoren für 200 Umdrehungen in der Minute und 2000 *Volt* Spannung angetrieben. Die Motoren haben Schleifringe und werden durch Flüssigkeitswiderstände angelassen.

Digitized by Google

Die Pumpen sind von der Stettiner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft Vulkan gebaut worden.

Die Betriebsergebnisse dieser Pumpenanlage sind sehr günstig. Die Verwaltung hat die Erweiterung der Anlage nach diesem System für eine Leistung von noch 8 *cbm* in der Minute in Aussicht genommen.

S. 452. Vermahlung von Steinsalz. Statt Dissipatoren hat man in Wieliczka Mahlapparate *Devil*, Patent *Elliott*, die von der Firma *Hanel u. Schembe* in Wien geliefert sind, mit günstigem Erfolge angewendet. Die Vorteile bestehen darin, dafs aufser einer Zerkleinerung des Stücksalzes durch Steinbrecher keine weitere Zerkleinerung erforderlich ist, so dafs also die Glockenmühlen entbehrlich sind.

Mit einem *Devil*-Mahlgange wurden 750000 *kg* loses, 420000 *kg* in Säcke verpacktes, also 1170000 *kg* Steinsalz in 10 Schichten und einer Stunde vermahlen, während das Vermahlen derselben Menge in zwei Dissipatoren 19 Schichten 0,9 Stunde dauerte. Beschäftigt waren in der Schicht beim *Devil* 54 Arbeiter, bei den Dissipatoren 38 Arbeiter, so dafs bei ersterem 164 Schichten, bei letzterem 346,5 Schichten verfahren worden sind. Die Mahlkosten waren beim *Devil* 3,03 *kr*, bei den Dissipatoren 4,68 *kr*.

Die Ringe des *Devil*-Mahlganges lassen sich leicht und schnell auswechseln. An Antriebskraft ist weniger erforderlich, als bei den Dissipatoren. Der Mahlgang ist stark gebaut und gegen Eisenstücke weniger empfindlich, als die Dissipatoren.

Ein *Devil*-Mahlgang kostet 2700 *fl.*, ein Paar Mahlringe 350 *fl.*

Ö. Z. 1899, **47**, 359.

Salzmischung zur Denaturirung. Die Denaturirung des Steinsalzes, das zu Viehsalz oder zu gewerblichen Zwecken bestimmt ist, wird entweder beim Vermahlen oder nachher durch Mischung mit den entsprechenden Denaturirungsmitteln (s. S. 348 u. f.) ausgeführt. Geschieht die Denaturirung beim Vermahlen, so werden die Zuthaten in abgemessener Menge mit dem Salz auf die Steinmühlen aufgegeben. Die nachträgliche Beimischung erfordert sorgfältiges Durchschaufeln und Durchwerfen durch Drahtsiebe (Fegen) (s. S. 696). Dieses hat mancherlei Nachteile, besonders wenn das Salz staubförmig fein gemahlen ist und die Zuthaten, z. B. Petroleum oder andere Öle, sich durch unangenehmen Geruch auszeichnen und mit dem Salzstaube eingeatmet werden.

Eine Mischvorrichtung, die diesen Übelständen begegnet, ist *G. Kost* und *C. Geifsler* patentirt worden und wird von *Fr. Krupp*, Grusonwerk in Magdeburg-Buckau, geliefert.

Die Vorrichtung besteht aus einem festen liegenden Mischcylinder (Trommel) von 1,25 *m* Durchmesser und 2,5 *m* Länge und einer sich darin bewegenden Flügelwelle, die in den Stirnwänden des Cylinders ver-

Digitized by Google

lagert ist, durch diese hindurchgeht und aufsen mit Triebrad und Losscheibe für Riemenantrieb versehen ist. Die in Kreuzform auf der Welle sitzenden Flügel sind durchbrochen und haben eine schraubenartige Stellung nach Art der Schiffsschrauben. Die einzelnen Flügelkreuze sind so hinter einander auf die Welle gesetzt, dafs die Flügel des folgenden Flügelkreuzes immer die Zwischenräume des vorhergehenden decken, aufserdem haben die Flügelkreuze abwechselnd entgegengesetzte Schraubenstellung. Das in der Mitte oder auf einer Seite des Cylinders aufgegebene Mischgut wird auf diese Weise bei der Drehung der Flügelwelle vielfach hin- und hergeworfen, was durch die Aussparungen in den Flügelflächen noch befördert wird. Für flüssige Zuthaten ist auf einer Seite des Cylinders ein Behälter angebracht, aus dem die Flüssigkeit mittels eines mit Hahn versehenen Verteilungsrohres eingelassen wird. Der Stand der Flüssigkeit läfst sich an einem aufsen angebrachten Standglase beobachten.

Unterhalb des Mischungscylinders sind Klappen angebracht, die zur Entleerung dienen. Bei intermittirendem Betriebe werden zur Entfernung des gemischten Gutes diese über die ganze Länge der Trommel verlaufenden Klappen geöffnet, bei kontinuirlichem Betriebe wird eine kleinere, an einer der Klappen angebrachte Öffnung benutzt, die bei intermittirendem Betriebe geschlossen gehalten wird. Die Klappen werden durch Handrad und Spindel bethätigt.

Eine Trommelfüllung ($^1/_2\,t$ Salz) läfst sich bei intermittirendem Betriebe in einer Minute ausreichend mischen. Bei kontinuirlichem Betriebe werden in der Stunde $60\,t$ gemischt.

Statt des maschinellen Antriebes mittels Riemscheibe kann die Flügelwelle auch für Handbetrieb mit Vorgelege und Kurbel eingerichtet werden.

S. 453. Probenahme. Proben aus Bohrkernen stellt man in der Weise her, dafs man den Bohrkern in der Längsachse durchsägt und das Sägemehl als Probegut benutzt.

Probenehmer von *Geifsler* [1]). Fig. 347 a und b. Der mechanische Probenehmer von *Geifsler* besteht aus vier, zwischen zwei gufseisernen Böcken über einander verlagerten hohlen Trommeln verschiedener Gröfse. Die gröfste Trommel liegt zu oberst, darunter folgen der Reihe nach die in Länge und Breite kleineren Trommeln. Jede Trommel hat zur Aufnahme von Probegut einen Längsschlitz, der sich durch einen Schieber verstellen läfst. Die oberste Trommel nimmt zunächst Probegut aus dem Mahlgut auf und giebt davon einen Teil an die nächste kleinere Trommel, diese einen Teil an die dritte und diese einen Teil an die vierte kleinste Trommel. Die Trommeln haben von der in der Figur gezeigten Seite aus eine rechtsläufige Bewegung,

[1]) *Chem. Ztg.* 1899. 23. Nr. 101.

Digitized by Google

die sich für die einzelnen Trommeln zwangläufig von der gröfsten Trommel aus regelt. Der Antrieb geschieht mittels Ketten und Kettenrädern. Macht die oberste Trommel 12 Umdrehungen in der Minute, so führt die nächste sechs, die dritte drei Umdrehungen und die vierte eine Umdrehung aus.

Der Verlauf ist folgender. Das Mahlgut fällt aus der Zerkleinerungsmaschine oder aus der Hebevorrichtung (z. B. Becherwerk) zu-

Fig. 347 a.

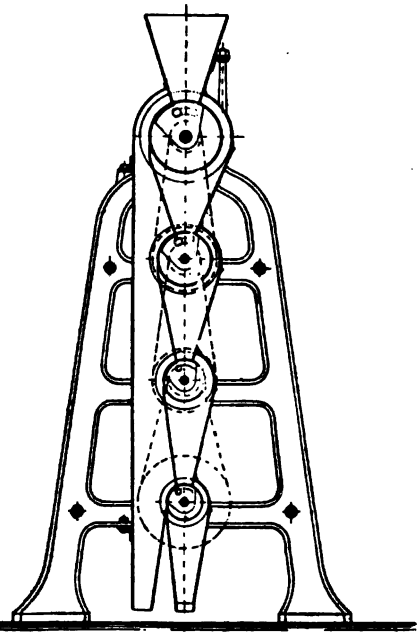
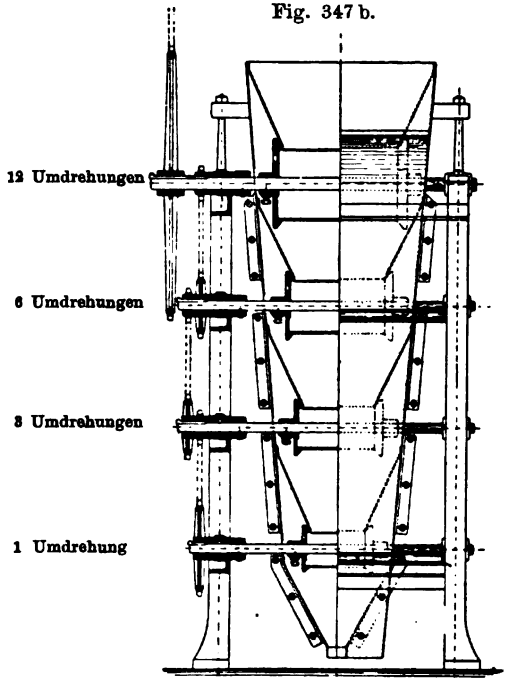


Fig. 347 b.



nächst in den rechteckigen Fülltrichter über der obersten Trommel. Diese nimmt einen Teil auf und entleert sich nach einer halben Umdrehung in den über der zweiten Trommel stehenden Trichter, während das von der ersten Trommel nicht aufgenommene Mahlgut aus dem Trichter in die für alle Trichter gemeinsame Abfalllutte gelangt. Bei jeder folgenden Trommel wiederholt sich der Vorgang, indem immer nur ein Teil aus der vorhergehenden Trommel aufgenommen wird. Die Probemenge wird mehr und mehr verjüngt. Das von der kleinsten Trommel aufgenommene Mahlgut stellt das Probegut dar.

Hat man aus sehr grofsen Mengen Probe zu nehmen, so ist noch eine gröfsere Trommel als Vortrommel zweckmäfsig aufzustellen, die aus dem ganzen Mahlgut einen Teil entnimmt und einer Zerkleinerungsmaschine zubringt, von der das Gut dann erst dem Probenehmer zugeführt wird.

Digitized by Google

Diese Anordnung mit mehreren Trommeln wird ein besseres Durchschnittsergebnis liefern, als wenn aus dem Mahlgut, etwa mit der kleinen Trommel allein, immer nur kleine Proben entnommen werden. Was indessen der Probenehmer nicht erfüllt, was jedoch sehr erwünscht wäre, ist, dafs von der kleinsten Trommel immer möglichst ein Durchschnitt aus sämmtlichen von der gröfsten Trommel aufgenommenen Probemengen entnommen würde. Im allgemeinen werden immer 11 Proben in die Abfalllutte befördert und nur von einer Probe gelangt ein Teil nach mehrmaliger Umwälzung in den sich drehenden Trommeln in die kleinste Trommel als Probegut. Zweckmäfsig wäre es deshalb, wenn unter die gröfste Trommel zunächst eine Mischtrommel eingeschaltet würde, in der die von der ersten Trommel entnommenen Proben gemischt werden und von der die kleinste Trommel verjüngte Probemengen empfängt.

S. 456. Elektrische Kraftanlagen. Beim Salzbergbau zu Aussee ist elektrische Grubenförderung auf 1600 *m* Streckenlänge eingerichtet worden. Man verwendet eine Gleichstrom-Dynamomaschine von 5000 *Watt* Leistung und 220 *Volt* Spannung, die von einer *Girard*-Partialturbine von 7 Pferdestärken angetrieben wird. Die Grubenlokomotive hat als Sekundäranlage eine Gleichstrom-Dynamomaschine mit einer wirklichen Leistung von 3 Pferdestärken.

Ö. Z. 1899, **47**, 307.

Eine Fördermaschine mit elektrischem Antrieb ist auf dem Salzbergwerke der Alkaliwerke Westeregeln im Jahre 1898 aufgestellt worden. Den Antrieb besorgt ein Gleichstrommotor für 500 *Volt*. Die höchste Leistung ist 100 Pferdestärken. Die Fördermaschine dient sowohl zur Förderung als zur Fahrung. Sie ist mit elektrischer Bremse versehen, die in Wirkung tritt, wenn etwa die Sicherungen durchbrennen oder die Förderschale zu weit fährt. Ein Hebel dient zur Regelung des Treibens, zur Umsteuerung und Bethätigung der Bremse. Der Lauf der Maschine läfst sich damit noch besser regeln, als mit Dampf und Druckluft. Die Einrichtung haben *Siemens u. Halske* und die Nordhäuser Maschinenfabrik *Schmidt, Kranz u. Co.* geliefert.

Zwei elektrische Signalanlagen hat man in Wieliczka auf dem zur Personenförderung benutzten Schachte Rudolf eingerichtet. Erstlich eine Verbindung der Füllorte untereinander und mit dem Maschinenraume, sodann eine Verbindung zwischen den beiden Etagen der Förderschale und dem Maschinenraume. Die Kosten der ersteren Einrichtung für sechs Stationen beliefen sich auf 1633 *fl.* 17 *kr.*, die der letzteren auf 483 *fl.* 53 *kr.* Verwendet sind gegen 500 *m* Guttaperchakabel, von dem 100 *m* 42 *fl.* kosten. Ausgeführt ist die Anlage von *Siemens u. Halske.*

Ö. Z. 1899, **47**, 359.

Digitized by Google

S. 417. Die Bohrmaschine von *Heise* ist in einzelnen Teilen verbessert worden (*D. R.-P.* Nr. 70139 und 71200). Die zweiteilige Mutter *h* (Fig. 79 und 80, S. 418) kann durch einen Überwurfhebel leicht geöffnet und geschlossen werden. Sie sitzt mit Charnierstift auf der glatt durchbohrten Hülse *d*. Löst sich die Kuppelung *f*, so nehmen die Mutter *h* und die Hülse *d* unbehindert an der Drehung teil, bis die Kuppelung bei Überwindung des Gesteinswiderstandes durch den Federdruck wieder eingreift. Um den Reibungswiderstand bei dieser Drehung möglichst zu vermindern, ist ein Kugellager angebracht. Die Maschine wird auch so eingerichtet, dafs man sie ohne Gestell, wie die *Ratschett*-Maschine benutzen kann, wobei die Spindel sich in einer als Feststeller dienenden hohlen Säule bewegt. Statt der Kurbel ist dann eine Doppelratsche angebracht, deren Arme abwechselnd von einem Arbeiter hin- und herbewegt werden.

Gf. 1900, **36**, 284.

S. 486. Steinsalzauflösung unter Tage. Zu Kaczyka löst man das Salzklein, das 90 *Pzt.* Salzgehalt hat, unter Tage in hölzernen Laugekasten von 500 *hl* Fassungsraum auf. $1^1/_2$ *m* über dem Boden der Kasten ist ein aus hochkantig gestellten Brettern hergestellter Rost angebracht. Das Lösungswasser gelangt am Boden in den Kasten. Ist der Rost gereinigt, so erhält man aus Salzklein bei beständigem Mischen nach sechs Stunden, ohne zu mischen, bei vierwöchiger Betriebsdauer, nach 14 Stunden, aus 40 *kg* schweren Salzstücken bei beständiger Mischung nach 24 Stunden, ohne zu mischen, bei vierwöchiger Betriebsdauer, nach 48 Stunden gesättigte Soole mit 32 *kg* Salz im Hektoliter.

Ö. Z. 1899, **47**, 358.

S. 498. Sinkwerksbetrieb. Das Verfahren, die Werke bei der Veröffnung voll auszusprengen, ist von *C. Schedl* eingeführt worden. *Hutter* hat zuerst die Herstellung von Überwerken über vorhandenen Werken in deren Himmelsfläche, wenn die Grenze der Tragfähigkeit des Werkshimmels erreicht zu sein scheint, vorgeschlagen. Ein vorzeitiges Zubruchegehen des Werkes soll dadurch verhindert werden.

Um den gleichen Zweck zu erreichen, hat *P. Sorgo* beim Salzberge zu Hallein ein Aufsiedeverfahren mittels Überwerken oder Schachtwerken eingeführt, bei dem ein möglichst hohes Überwerk voll ausgesprengt oder mit Spritzwasser (nach einem von *Ramsauer* eingeführten Verfahren) ausgearbeitet wird. Unter- und Überwerk werden schnell mit gesättigter Soole gefüllt und es wird dann ununterbrochen gespeist (gewässert) und zwar derart, dafs ein kegelförmiges Überwerk entsteht.

Ö. Z. 1899, **47**, 584, 660.

Digitized by Google

S. 515. Zur besseren Ausgewinnung des Haselgebirges schlägt *A. Aigner* die trockene Gewinnung und nachträgliche Auslaugung des Haufwerkes vor.

Dazu soll ein zwischen zwei Bausohlen möglichst in der Mitte des Abbaufeldes angelegter und wasserdicht mit Betonmasse ausgemauerter Schacht dienen, in dem von den Stöfsen abwechselnd über die Mitte hinaus geneigte Bühnen eingebaut sind, auf denen das Lösematerial mit der zugeführten Lösesoole oder dem Lösewasser abgleitet, so dafs in einer unteren Strecke gesättigte Soole und Löseschlamm abgezogen werden kann. In der Nähe der Einsturzstelle am Schachte ist eine Steinsalzmühle aufzustellen, die mit Hülfe der vorhandenen Wasserkräfte oder von elektrischen Kraftanlagen aus getrieben und mit der zuvor der Salzthon für die Lösung fein gemahlen wird.

Das Mahlgut wird mit einer Transportschnecke dem Verlaugungsschacht zugeführt. Zu einer wasserdichten Schachtverkleidung läfst sich die von C. Schraml mit Erfolg angewendete Verbindung von gesalzenem Grubenlaist mit Portlandcement benutzen. Die Soole wird in tiefer gelegenen Einschlagwerken geklärt. Die schweren, unlöslichen Bestandteile setzen sich im Schachtsumpfe ab.

Bei einem jährlichen Bedarf von 60 000 *cbm* Soole, oder täglich etwa 200 *cbm* müssen 30 *cbm* Salzthon jeden Tag ausgelaugt werden. Zur Zerkleinerung genügt eine Quetschmühle und ein Mahlgang. Das Lösegut von 1 *cbm* Salzthon bietet etwa 6000 *qm* Oberfläche für die Lösung dar, also ebenso viel wie eine gleich grofse Himmelsfläche eines Sinkwerks, das obige Soolmenge zu liefern im stande ist. An Kosten berechnet *Aigner* auf 1 *hl* Soole 3,83 *kr*, und zwar 1,20 *kr* Betriebskosten bei 24 beim Vermahlen und Auslaugen beschäftigten Arbeitern, 2,27 *kr* für die Gewinnung des Lösegutes und 0,36 *kr* Abschreibung vom Anlagekapital.

S. 516. Zu Kaczyka haben sich beim Sinkwerksbetrieb, ebenso wie auf alpinen Werken, Cementdämme gut bewährt. Man mischt 5 *Tle.* über Tage gebeizten Letten mit 1 *Tl.* Cement. 30 *cm* starke, 6 *m* lange Dammwehre ohne Hauptflügel blieben bei 16 Wässerungen unverändert.

Zu Stebnik wendet man zum Schutz gegen Verschneidungen keine Lettenverblendungen an, deren Herstellung sehr zeitraubend ist, sondern man versieht den Himmel der Werke an der Dammseite in 1,5 *m* Breite mit einem Cementanstrich. Der Cementmörtel besteht aus gleichen Teilen Sand und Cement, haftet besonders an den salzreichen Teilen, fällt aber an den ärmeren Teilen bald ab, was belanglos ist. Diese Verblendung läfst sich in weit kürzerer Zeit herstellen ($^1/_3$ bis $^1/_4$ der früheren Zeit), und die Kosten waren nur etwa $^1/_{10}$ der früher für Lettenverblendung auflaufenden.

Ö. Z. 1899, 47, 358.

Digitized by Google

S. 636. Reinigung der Soole. Ein Verfahren dazu ist von *v. Glenck, Kormann u. Co.* in Schweizerhall im Jahre 1899 zum Patent angemeldet worden, wobei es sich besonders um die Entfernung des Gypses handelt.

S. 650. Grobsalzgewinnung. *Brandes*, früher in Salzuflen, empfiehlt zur Gewinnung von grobkörnigem Salz, das Salz durch Ableiten der Mutterlauge trocken zu legen. Aus drei auf Grobsalz betriebenen Pfannen wird, bevor das Grobsalz gezogen werden soll, die Mutterlauge in eine vierte Pfanne abgeleitet und darin für sich versotten.

D. R.-P. Nr. 31 781 vom 26. August 1884.

S. 687. Salzbrikettirung. Eine Salzbrikettanlage ist für die Saline zu Aussee in Aussicht genommen. Nach der Ausschreibung sollen in 24 Stunden 40000 bis 45000 Stück würfelförmige Salzbrikette im Gewicht von 1 *kg* mit 95 *mm* Kantenlänge und mit höchstens 1 *Pzt.* Feuchtigkeit hergestellt werden. Die Gewichte dürfen um nicht mehr als 5 *Pzt.* von dem Normalgewichte der einzelnen Stücke, und das Durchschnittsgewicht von 100 Stück um nicht mehr als 0,5 *Pzt.* von dem Normalgewicht abweichen. Die Brikette werden aus Blanksalz das 4 bis 5 *Pzt.* Feuchtigkeit enthält, hergestellt und sollen durch heifse Luft auf 1 *Pzt.* abgetrocknet werden.

Ö. Z. 1899, **47**, 614 l, 627.

Für die Saline Ischl ist eine Vergrölserung der Brikettanlage um zwei Pressen zu der vorhandenen in Aussicht genommen.

Ö. Z. 1899, **47**, Vereinsmitteilungen, S. 125.

S. 707. Wärmeaufwand beim Sieden. Die spezifische Wärme des Salzes ist nach *Regnault* 0,21401. Die in der Berechnung (S. 707, 5. Zeile von unten) eingesetzte Zahl 0,555 giebt den Wärmeaufwand an, der nach Abzug des auf die Wassererwärmung und -verdunstung zu berechnenden Wärmeaufwands auf das in Lösung befindliche Salz zu berechnen bleibt. Nach *Rittinger* sind für die Verdampfung von 1 Liter Wasser aus gesättigter Soole 739 *W.-E.* erforderlich, gegenüber 637 *W.-E.* bei der Verdampfung reinen Wassers. Es sind also 102 *W.-E.* auf das in Lösung befindliche Salz und auf Verluste zu rechnen.

Die spezifische Wärme für 26,6 *prz.* Soole ist (S. 708, 1. Zeile) mit 0,8771 höher, als nach den Angaben *Karstens* (s. S. 36). Der auf der Tafel S. 710 berechnete Wärmeaufwand ist etwas höher, als sich nach den Werten für die spezifische Wärme (S. 36) ergeben würde, und etwas geringer als nach der Berechnung *Rittingers*.

S. 720. Die Bezeichnung Osensäule hängt vielleicht mit dem Worte Öse zusammen (nach *Grimm* im 15. Jahrhundert die *ôse* = Schlinge,

Digitized by Google

Ring, Henkel, Haken), da die Säulen aufser zur Unterstützung des Dachgebälkes zum Aufhängen des Pfannenmantels dienten. Die Bezeichnung könnte indessen auch zusammenhängen mit *ösen, erösen*, so viel wie leer machen, erschöpfen, da die Säulen an den Pfannenseiten standen, an denen das Salz ausgeschlagen wurde. Auch läfst sich die Bezeichnung mit Esse, Afs in Verbindung bringen, einem hölzernen, in der Küche oder Stube über dem Ofen angebrachten Holzgerüste, auf dem Holzscheite und Lichtspäne getrocknet wurden. Der freie Raum neben den Säulen diente vielleicht zum Trocknen des Holzes für die Feuerung.

S. 724. Die in der Fig. 192 veranschaulichte Form des Pfannenbordes mit Bärsack ist jetzt wohl kaum noch gebräuchlich.

S. 759. Treppenrostfeuerung. Die Wegräumung der Asche von den Feuerungen ist wegen der damit verbundenen Staub- und Rauchentwickelung sehr lästig, auch kann, wenn der Siederaum nicht genügend abgesperrt ist, das in diesem lagernde Salz leicht beschmutzt werden. Ist die Asche noch heifs, so leiden die Abfuhrwagen. Man löscht deshalb die Asche zweckmäfsig sogleich beim Ziehen mit Wasser (Schönebeck) und spart dadurch an Wagenmaterial und auch an Achsenschmiere bei den Abfuhrwagen.

Pr. Z. 1897, **45**, B. 244.

S. 880. Salzgewinnung durch Zerstäubung nach *Cantenot*. Der Turm ist etwa 12 *m* breit und tief, 16 *m* hoch, der Exhaustor hat 10 *m* Flügeldurchmesser. Unter dem Exhaustor liegt ein System von Soolzerstäubern. Den unteren Teil des Turmes bildet ein gemauerter Soolbehälter, der mit Überlauf versehen ist. In den Seitenwänden des Turmes sind unten über dem Soolbehälter und oben über dem Exhaustor 2,5 *m* hohe Öffnungen angebracht. Durch die unteren Öffnungen tritt die Luft ein, durch die oberen tritt sie aus. Die aus dem Behälter abfliefsende und die frische Soole werden mittels kräftiger Pumpe in die Zerstäuber gedrückt.

Wie der Erfinder angiebt, werden in der Sekunde etwa 350 *cbm* Luft mit 3,5 *m* Geschwindigkeit durch den Turm befördert. In Lons le Saunier (Dep. Jura, Frankreich) hat während der neun wärmeren Monate die Luft einen Feuchtigkeitsgrad von 65 *Pzt.* bei 16° *C.* Die Luft sättigt sich bis zu 95 *Pzt.*, so dafs im Cubikmeter $30 \times 0{,}01781 \times 0{,}622 = 0{,}0033\,kg$ Wasser aufgenommen wird, das entspricht einem Salzausfall aus der Soole von 1,12 *g*. In 24 Stunden können danach $0{,}00112 \times 350 \times 3600 \times 24 = 33\,800\,kg$ Salz gewonnen werden.

Wo billige Wasserkraft für den Betrieb des Exhaustors und der Pumpen zur Verfügung steht, mag das Verfahren nicht unvorteilhaft sein. Die Abhängigkeit von der Witterung und der Trockenheit der

Digitized by Google

Luft ist nachteilig. Staubfreie Luft und reine Soole werden Vorbedingung sein, um ein reines Produkt zu erzielen.

S. 922. Die Einführung des Vakuumapparates nach der von der Firma *Kolff u. Vis* zu Rotterdam benutzten Art wird auch noch auf anderen Salinen (z. B. Lüneburg) in Aussicht genommen.

S. 925. Vakuumapparat von *Pick*. Dieser ist auf der Saline von *Thomas Capper* zu Schirleywich drei bis vier Monate in Betrieb gewesen und dann abgeworfen worden.

S. 926. Vakuumapparat von *L. Kaufmann*. Die erforderliche Geschwindigkeit der Flügel für die Salzaustragung berechnet *Kaufmann* nach der Formel $v^2 > \frac{p}{\gamma} 2g$, wobei v die Umfangsgeschwindigkeit des Rührwerks, p die Gröfse des Vakuums in Meter Wassersäule, γ das spezifische Gewicht des Salzes, g die Beschleunigung der Schwere $= 9{,}808\,m$ bedeutet.

Hat das Rührwerk einen Durchmesser von $1{,}8\,m$, ist das Vakuum $60\,cm$ Quecksilbersäule $= 8\,m$ Wassersäule und hat das Salz 1,2 *spf. Gew.*, so ist:

$$v^2 > 2 \cdot \frac{8}{1{,}2} \cdot 9{,}808 = 130{,}77\,m;\ v > 11{,}43\,m.$$

Der Umfang des Gefäfses ist $5{,}65\,m$. Es sind also in der Sekunde mindestens 2, in der Minute 122 Umdrehungen erforderlich.

Die Achse des Rührwerks geht in einer Stopfbüchse durch den Boden des Gefäfses und wird mittels Kegelgetriebes in Umdrehung versetzt.

S. 929. Der rotirende Ofen von *Emilio Gorgo* ist durch *D. R.-P.* Kl. 62, Nr. 106 967 vom 28. Okt. 1898 geschützt.

S. 953. Verwendung von Aluminium. Um bei der Trocknung von Salzstöckeln (Hurmanen) zu verhüten, dafs sich in den Darren Rost an das Salz ansetzt, wendet man in Stebnik $2\,mm$ starkes Aluminiumblech an, auf das man die Hurmanen stellt. Die Bleche waren nach zweimonatigem Gebrauche nicht angegriffen.

Ö. Z. 1899, 47, 360.

S. 988. Gewinnung von kohlensauren Alkalien aus Kainit. Zur Gewinnung von Potasche dient in der Regel schwefelsaures Kalium oder Chlorkalium. (Über die zahlreichen Methoden der Gewinnung siehe *Pfeiffer*, Handbuch der Kaliindustrie, S. 411 u. f.) Das gebräuchlichste Verfahren ist das nach *Leblanc*: Reduzirendes Schmelzen von schwefelsaurem Kalium mit Kohle und Kalk. Nach

Digitized by Google

diesem Verfahren wurde bisher auch Kainit zur Darstellung von Pottasche benutzt, jedoch nur zu einem kleinen Teil, die gröfsere Menge dient als Düngemittel, da es bei dem *Leblanc*-Prozefs schwierig war, reine Potasche darzustellen.

Nach dem von der Chemischen Fabrik in Buckau eingeführten Verfahren werden alle Nebenprodukte nutzbar gemacht und aus dem Kainit Potasche, Soda, kalzinirte Magnesia, krystallisirtes, schwefelsaures Calcium, Salzsäure und Schwefelsäure gewonnen.

Der dazu verwendete Kainit besteht durchschnittlich aus:

16 bis 18 *Prt.* schwefelsaurem Magnesium,
22 „ 24 „ schwefelsaurem Kalium,
30 „ 40 „ Chlornatrium.

Das Salz wird mit Schwefelsäure behandelt und dadurch Chlornatrium in Sulfat übergeführt, die entstehende Salzsäure wird kondensirt. Zu der kochenden Lösung der schwefelsauren Salze wird Kalkmilch gesetzt, um das schwefelsaure Magnesium zu zersetzen. Der Kalk löst sich auf, die Lösung mufs mehrere Tage ruhig stehen und sich abkühlen, dann scheidet sich schwefelsaures Calcium als schweres krystallinisches Pulver ab, das von einem leichten Niederschlage von Magnesia bedeckt ist. Die Lösung wird entfernt, Magnesia und Gyps ausgewaschen, getrennt und in eine Filterpresse gebracht.

Zur Lösung fügt man dann Schwefelbarium, um die Kalium- und Natriumsalze zu trennen. Es bildet sich unlösliches, schwefelsaures Barium; die Lösung enthält dann Schwefelalkalien. Sie wird bis zu 12° *B.* durch Kochen eingedickt, und es wird dann ein Strom Kohlensäuregas eingeleitet, das durch Zersetzung der Bikarbonate der Alkalien gewonnen wird. Unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff bilden sich Natrium- und Kaliumbikarbonate. Der Schwefelwasserstoff wird durch Verbrennung in Schwefelsäure übergeführt. Doppelkohlensaures Natrium ist in der kalten Flüssigkeit fast unlöslich und wird abfiltrirt. Doppelkohlensaures Kalium wird durch Eindampfen der Flüssigkeit gewonnen.

Durch Kalziniren werden die doppelkohlensauren Alkalien in einfache kohlensaure Alkalien übergeführt. Die gewonnene Kohlensäure wird dazu verwendet, um die Schwefelalkalien zu zersetzen.

B.- u. H. Ztg. 1893, 52, 466, nach *le Génie Civil, M. D. Liderski.*

S. 1042. In Frankreich beträgt der Grenzzoll für Salz 60 *cs* auf 100 *kg*. Für landwärts eingehendes raffinirtes Salz (Siedesalz) ist seit 1889 ein Eingangszoll von 3 *fr* 30 *cs* auf 100 *kg* eingeführt, wodurch besonders die Salinen im Osten Frankreichs gegen die Einfuhr aus Deutsch-Lothringen, Süddeutschland und der Schweiz geschützt werden.

Digitized by Google

Erläuterungen

zur Übersichtskarte der Salzbergwerke und Salinen.

○ Salzbergwerke. ⌊⌋ Salinen in Betrieb.
⌐¬ Salinen aufser Betrieb. ◡ Soolbäder. ↑ ↓ Salzbohrungen.

○ Salzbergwerke

(* mit Salinen verbunden).

8.51[1])	k[2])	1.[3])	Alexandershall bei Berka a. d. Werra, Gew.
10.52	k	2.	Alkaliwerke Westeregeln (Douglashall), Akt.-Ges.
10.52	k	3.	Aschersleben, Kaliwerke (Schmidtmannshall), Akt.-Ges.
9.53	k	4.	Asse bei Wittmar, Gew.
12.48		5.	*Aussee, Steiermark.
9.53	k	6.	Behndorf (Gott mit uns), Gew. Burbach.
9.53	k	7.	Beienrode, Gew.
11.48		8.	*Berchtesgaden, Oberbayern.
8.53	k	9.	Benthe-Wallmont, Gew.
			Berka a. d. Werra, s. Alexandershall.
			Bernburg, s. Solvayhall.
8.51	k	10.	Bernhardshall bei Salzungen, Gew.
8.52	k	11.	Bleicherode, Preufs. Staat.
19.50		12.	Bochnia, Galizien.
8.53	k	13.	Bokeloh bei Wunstorf, Gew. Matthias.
8.53	k	14.	Bolzum, Gew. Friedrichshall.
			Burbach, Gew., s. Behndorf.
8.52	k	15.	Dehnsen bei Alfeld, Gew. Desdemona.
8.53	k	16.	Diekholzen, Gew. Hildesia.
8.51	k	17.	Dietlas, Gew. Grofsherzog von Sachsen.
			Douglashall, s. Alkaliwerke Westeregeln.
9.53	k	18.	Ehmen bei Fallersleben, Gew. Einigkeit.
8.53	k	19.	Empelde, Gew. Hansa-Silberberg.
9.51		20.	*Erfurt, Preufs. Staat.
10.52		21.	*Ernsthall bei Beesenlaublingen (Soolgewinnung).
10.52	k	22.	Ernsthall bei Wansleben, Mansfeldsche Gew.
8.52	k	23.	Freden, Klein-Freden, Gew. Hohenzollern.
9.54	k	24.	Friedrich Franz bei Lübtheen, Gew.
7.50		25.	*Friedrichshall bei Jagstfeld, Württemb. Staat.
10.52	k	26.	Friedrichshall bei Staísfurt, Anh. Staat.
			Friedrichshall, Gew., s. Bolzum.
9.52	k	27.	Glückauf bei Sondershausen, Gew.
10.53		28.	*Graf Moltke bei Schönebeck (Soolgewinnung).
			Grofsherzog von Sachsen, s. Dietlas.

---

[1]) Die beiden Zahlen bezeichnen das Kartenfeld westlich vom Längengrade (erste Zahl) und südlich vom Breitengrade (zweite Zahl).

[2]) k bedeutet Kaliumsalzwerk.

[3]) Die laufenden Nummern beziehen sich auf die gleichen Nummern neben den betreffenden Zeichen in der Karte.

Digitized by Google

8.52	k	29.	Grofs-Rhüden, Gew. Karlsfund.
10.52	k	30.	Güsten, Anh. Staat.
10.52	k	31.	Hadmersleben, Alkaliwerke Westeregeln.
10.48		32.	*Hall in Tyrol.
8.50		33.	*Hall (Wilhelmsglück), Württemb. Staat.
11.48		34.	*Hallein bei Salzburg.
12.48		35.	*Hallstadt, Salzkammergut.
			Hansa Silberberg, s. Empelde.
9.53	k	36.	[1])Hedwigsburg bei Wolfenbüttel, Gew.
7.50		37.	*Heilbronn, Akt.-Ges.
9.52	k	38.	Hercynia bei Vienenburg, Gew.
			Hildesia, Gew., s. Diekholzen.
8.53	k	39.	Hohenfels bei Sehnde, Gew.
			Hohenzollern, Gew., s. Freden.
16.53		40.	*Inowrazlaw (Pielke), Preufs. Staat.
16.53		41.	Inowrazlaw, Konsolidirte I., Akt.-Ges.
12.48		42.	*Ischl, Salzkammergut.
9.54	k	43.	Jessenitz bei Lübtheen, Akt.-Ges.
10.52	k		Johannashall, Gew., Trebitz a. d. Saale.
8.52	k	44.	Justus I bei Volpriehausen, Gew.
24.48		45.	*Kaczyka, Bukowina.
8.51	k	46.	Kaiseroda, Gew.
			Kaliwerke Aschersleben, s. Aschersleben.
23.50	k	47.	*Kalusz, Galizien.
			Karlsfund, Gew., s. Grofs-Rühden.
10.52	k	48.	Leopoldshall, Anh. Staat.
10.52	k	49.	Ludwig II., Gew.
			Lübtheen, s. Friedrich Franz, Gew.
			Matthias, Gew., s. Bokeloh.
10.52	k	50.	Neustafsfurt, Gew.
4.49		51.	*Nikolas, St. Nikolas, Frankreich.
			Pielke, s. Inowrazlaw.
8.53	k	52.	Ronnenberg, Akt.-Ges.
8.51	k	53.	Sachsen-Weimar bei Vacha, Gew.
8.53	k	54.	Salzdetfurt, Gew.
9.53	k	55.	Salzgitter, Gew. Schlüssel.
			Schmidtmannshall, s. Aschersleben.
			Schwäbisch-Hall, s. Hall.
			Sehnde, s. Hohenfels.
8.52	k	56.	Siegfried I bei Vogelbeck, Gew.
			Silberberg, Hansa-Silb., s. Empelde.
10.52	k	57.	*Solvayhall bei Bernburg, Akt.-Ges.
			Sondershausen, s. Glückauf.
10.52	k	58.	Stafsfurt, Preufs. Staat.
7.49		59.	*Stetten bei Haigerloch, Preufs. Staat.
10.52	k	60.	Tarthun bei Egeln, Preufs. Staat.
9.53	k	61.	*Thiederhall bei Thiede, Akt.-Ges.
			Trebitz a. d. Saale, s. Johannashall.
8.51	k	62.	Vacha a. d. Werra, Gew. Wintershall.
			s. auch Sachsen-Weimar.
			Vienenburg, s. Hercynia.
			Wallmont, s. Benthe.
			Wansleben, s. Ernsthall.
			Westeregeln, s. Alkaliwerke Westeregeln.
18.50		63.	Wieliczka, Galizien, Oesterr. Staat.
			Wilhelmsglück, s. Hall.
9.52	k	64.	Wilhelmshall bei Anderbeck, Gew.
			Wintershall, s. Vacha.
			Wittmar, s. Asse.

[1]) Saline in Bau.

Digitized by Google

Salinen in Betrieb

(* mit Salzbergwerken verbunden).

9.51	1.	Arnshall.
9.52	2.	Artern.
12.48	3.	*Aussee.
		Beesenlaublingen, s. Ernsthall.
11.48	4.	*Berchtesgaden.
10.52	5.	*Bernburg.
22.50	6.	Bolechow.
4.49	7.	Bosserville, Frankreich.
5.49	8.	Chambray.
5.49	9.	Château Salins.
7.50	10.	Clemenshall.
5.49	11.	Crévic, Frankreich.
23.49	12.	Delatyn.
5.49	13.	Dieuze.
22.49	14.	Dolina.
5.49	15.	Dombasle, Frankreich.
22.50	16.	Drohobycz.
6.50	17.	Dürkheim (Philippshall).
10.52	18.	Dürrenberg.
		Dürrheim, s. Ludwigssaline.
12.48	19.	Ebensee.
8.55	20.	Eckernförde (Raffinerie).
8.53	21.	Egestorffshall.
5.49	22.	Einville, Frankreich.
9.51	23.	*Erfurt.
9.52	24.	Ernsthall bei Buffleben.
10.52	25.	*Ernsthall, Saline Laublingen.
9.52	26.	Frankenhausen.
7.50	27.	*Friedrichshall bei Jagstfeld.
8.51	28.	Friedrichshall bei Kissingen.
8.53	29.	Georgenhall.
6.53	30.	Gottesgabe bei Rheine.
10.48	31.	*Hall in Tyrol.
8.50	32.	*Hall (Schwäbisch-Hall).
10.52	33.	Halle a. d. Saale.
11.48	34.	*Hallein.
12.48	35.	*Hallstadt.
5.49	36.	Harras.
7.50	37.	*Heilbronn.
10.51	38.	Heinrichshall.
6.52	39.	Höppe b. Werl.
16.53	40.	*Inowrazlaw.
12.48	41.	*Ischl.
24.48	42.	*Kaczyka.
6.48	43.	Kaiseraugst, Schweiz.
22.50	44.	*Kalusz.
		Karlshalle, s. Kreuznach.
		Kissingen, s. Friedrichshall.
9.53	45.	Königsborn.
23.49	46.	Kossow.
6.50	47.	Kreuznach.
21.50	48.	Lacko bei Dobromil.
23.49	49.	Lanczyn.
		Laublingen, s. Ernsthall.
9.53	50.	Liebenhalle.
7.50	51.	Ludwigshalle bei Wimpfen.
7.49	52.	Ludwigssaline bei Dürrheim.
7.50	53.	Ludwigssaline bei Rappenau.
9.54	54.	Lüneburg.

Digitized by Google

8.52	55.	Luisenhall bei Göttingen.
9.52	56.	Luisenhall bei Stotternheim.
5.49	57.	Moyenvic.
8.53	58.	Münder.
6.50	59.	Münster a. Stein.
7.51	60.	Nauheim.
8.53	61.	Neuhall bei Egestorffshall.
9.52	62.	Neuhall bei Stotternheim.
7.53	63.	Neusalzwerk bei Oeynhausen.
10.52	64.	Neusulza.
6.52	65.	Neuwerk bei Werl.
8.51	66.	Orb.
		Philippshall, s. Dürkheim.
11.48	67.	Reichenhall.
6.48	68.	Rheinfelden.
8.53	69.	Rodenberg-Sooldorf.
10.48	70.	Rosenheim.
4.49	71.	Rosières bei Nancy.
6.53	72.	Rothenfelde.
6.48	73.	Ryburg.
5.49	74.	Saaralben.
5.49	75.	Salées Eaux (auch Saléaux).
5.49	76.	Salzbronn.
8.52	77.	Salzderhelden.
8.53	78.	Salzdetfurt.
		Salzgitter, s. Liebenhalle.
7.52	78a.	Salzkotten.
7.53	79.	Salzuflen.
8.51	80.	Salzungen.
4.49	81.	*St. Nikolas, Frankreich.
6.52	82.	Sassendorf.
10.53	83.	*Schönebeck.
9.53	84.	Schöningen.
6.48	85.	Schweizerhall.
8.52	86.	Sooden a. d. Werra.
19.49	87.	Soóvár, Ungarn.
5.49	88.	Sommerviller.
8.52	89.	Sülbeck.
11.55	90.	Sülze, Mecklenburg-Schwerin.
7.49	91.	Sulz, Württemb.
8.54	92.	Stade, Saline in Kampe.
22.50	93.	Stebnik.
7.49	94.	*Stetten.
		Stotternheim, s. Luisenhall.
9.53	95.	*Thiederhall.
4.49	96.	Tomblaine.
11.48	97.	Traunstein.
4.49	98.	Varangéville.
6.52	99.	Werl.
7.52	100.	Westernkotten.
7.49	101.	Wilhelmshall bei Rottenmünster.
		Wimpfen, s. Ludwigshalle.
6.48	102.	Wyhlen, Soolgewinnung zur Sodafabrik.

Salinen aufser Betrieb und ehemalige Salinen

(* jetzt Soolbäder).

5.49	1.	Amelécourt bei Château-Salins.
9.52	2.	Auleben bei Nordhausen.
7.51	3.	Büdingen, Oberhessen.
5.49	4.	Diemeringen, Niederelsafs.
8.53	5.	Eldagsen, Provinz Hannover.

Digitized by Google

9.51	6.	Friedrichshall bei Hildburghausen, S.-M.
12.55	7.	*Greifswald, Provinz Pommern.
10.53	8.	*Grofs-Salze bei Schönebeck.
5.49	9.	Haraucourt, Lothringen.
8.53	10.	Heyersum bei Nordstemmen.
5.49	11.	Hoblingen (Haboudange) Lothringen.
9.52	12.	*Juliushall bei Harzburg.
14.55	13.	*Kolberg, Provinz Pommern.
10.52	14.	*Kösen, Provinz Sachsen.
10.52	15.	Kötzschau, Provinz Sachsen.
5.49	16.	La Grange-Fouquet bei Vic, Lothringen.
5.49	17.	Lezey (Cabocel), Lothringen.
10.52	18.	Liebenau, Prov. Sachsen.
5.49	19.	Marsal, Lothringen.
5.49	20.	Nieder-Linter (Lindre-Basse), Lothringen.
8.53	21.	Ölsburg bei Ilsede, Braunschweig.
7.52	22.	Ösdorf bei Pyrmont.
8.54	23.	*Oldesloe (Travensalze), Holstein.
8.52	24.	Rhüden, Provinz Hannover.
5.49	25.	Salival, Lothringen.
5.49	26.	Salonne, Lothringen.
9.53	27.	Salzdahlen, Braunschweig.
7.51	28.	*Salzhausen, Oberhessen.
8.53	29.	*Salzhemmendorf, Provinz Hannover.
10.51	30.	Stafsfurt.
8.52	31.	Sülze, Provinz Hannover.
9.51	32.	*Schmalkalden, Thüringen.
10.51	33.	Teuditz, Provinz Sachsen.
5.49	34.	Vic, Lothringen.
8.51	35.	Wilhelmsglücksbrunnen bei Kreuzburg, S.-Weimar.
7.49	36.	Wilhelmshall bei Schwenningen.
8.53	37.	Willigshall bei Hasperde, Provinz Hannover.

Aufser den in der Karte besonders bezeichneten, sind noch folgende Orte zu nennen, an denen in älterer oder neuerer Zeit Salinen betrieben worden sind und wo der Betrieb eingestellt ist *).

Altensalz, *ö.* Plauen im Vogtlande.
Arnstadt.
Aschersleben.
Beelitz, *s. w.* Berlin (Soole aus Halle a. d. Saale).
Belecke, *s. w.* Westernkotten bei Warstein.
Bergen, *n. w.* Sülze, Regierungsbezirk Celle.
Beverungen, *n. w.* Karlshafen.
Bodenfelde, *ö.* Karlshafen a. d. Weser.
Bruchhausen, Kreis Hoya, *s. w.* Verden a. d. Aller.
Bruchsal in Baden.
Erwitte, *w.* Westernkotten, *s.* von Lippstadt.
Göttingen.
Halle, *n. w.* Bielefeld in Westfalen.
Halle, (Budensfeld) *n. ö.* Bodenwerder, Kreis Holzminden.
Hildesheim (?).
Homburg vor der Höhe im Taunus.
Karlshafen, Regierungsbezirk Kassel.
Langensalza.
Leopoldshall bei Stafsfurt.
Loge, *ö.* Bruchhausen, siehe dieses.
Lübtheen, Mecklenburg-Schwerin.

---

*) *F. M. Simmersbach*, Beiträge zur Geschichte des deutschen Salinenwesens. *Glasers Annalen* 1879, 4, 161, 183, 213, 296, 332, 397.

Digitized by Google

Mosbach bei Neckarelz, Baden.
Neusalz a. d. Oder, *n. w.* Glogau, Schlesien (Soole aus Halle a. d. Saale).
Niedernhall-Weisbach am Kocher, *s. w.* Ingelfingen.
Pyrmont.
Saalfeld in Thüringen.
Sachsenhagen, *n. w.* Rodenberg, Kreis Rinteln, (zwei Salinen).
Salzschlirf bei Fulda.
Schellenberg bei Berchtesgaden.
Salza (Kösen).
Sulza a. d. Ilm.
Wimpfen (ältere Saline).
Wisselsheim a. d. Wetter, *s. ö.* Butzbach bei Nauheim, Hessen.

Soolbäder

(* mit Salinen verbunden).

10.48	1.	Adelheidsquelle (Bad Heilbrunn) bei Tölz.
12.53	2.	Admiralsgartenbad, Berlin.
5.52	3.	Alstaden bei Styrum.
10.48	4.	Aibling bei Rosenheim.
9.51	5.	Arnstadt.
9.52	6.	*Artern.
12.48	7.	*Aussee.
6.49	8.	Baden, Baden.
11.48	9.	*Berchtesgaden.
6.58	10.	*Dürkheim.
10.52	11.	*Dürrenberg.
7.49	12.	*Dürrheim.
5.52	13.	Eickel-Wanne, Wilhelmsquelle.
10.52	14.	*Elmen bei Schönebeck.
9.52	15.	*Frankenhausen.
12.53	16.	Freienwalde a. d. Oder.
8.52	17.	Gandersheim, Herzog Ludolfsbad.
17.50	18.	Goczalkowitz bei Pless.
6.53	19.	*Gottesgabe bei Rheine.
12.55	20.	Greifswald.
12.49	21.	Hall, Ober-Österreich.
12.48	22.	*Hall, Tyrol.
8.50	23.	*Hall, Württemberg.
11.48	24.	*Hallein.
6.52	25.	Hamm, Westfalen.
9.52	26.	Harzburg (Juliushall).
		Heilbrunn, s. Adelheidsquelle.
		Herzog Ludolfsbad, s. Gandersheim.
7.51	27.	Homburg vor der Höhe im Taunus.
9.52	28.	Hubertusbad bei Thale.
16.53	29.	*Inowrazlaw.
7.52	30.	Inselbad bei Paderborn.
12.48	31.	*Ischl.
7.50	32.	*Jagstfeld.
		Juliushall, s. Harzburg.
13.54	33.	Kammin, Provinz Pommern.
6.52	34.	*Königsborn.
17.50	35.	Königsdorf-Jastrzemb bei Ratibor.
10.52	36.	Kösen.
10.51	37.	*Köstritz, Reufs j. L.
14.55	38.	Kolberg, Provinz Pommern.
8.51	39.	*Kissingen.
10.48	40.	Krankenheil bei Tölz.
6.50	41.	*Kreuznach.
9.52	42.	*Luisenhall bei Stotternheim.

Digitized by Google

7.52	43.	Meinberg, Lippe-Detmold.
6.50	44.	*Münster am Stein.
7.51	45.	*Nauheim.
8.53	46.	Nenndorf, Schaumburg-Lippe.
8.51	47.	Neuhaus bei Neustadt a. d. Saale, Bayern.
10.52	48.	Neu-Ragoczy bei Halle a. d. Saale.
6.49	49.	Niederbronn, Elsafs.
7.53	50.	*Oeynhausen, Westfalen.
8.54	51.	Oldesloe, Holstein.
8.51	52.	*Orb, Hessen-Nassau.
7.52	53.	Pyrmont.
7.50	54.	*Rappenau, Baden.
10.48	55.	*Reichenhall.
6.48	56.	*Rheinfelden.
8.53	57.	*Rodenberg, Kreis Rinteln.
10.48	58.	*Rosenheim.
6.53	59.	*Rothenfelde.
8.53	60.	*Salzdetfurt.
9.53	61.	*Salzgitter.
7.51	62.	Salzhausen bei Nidda.
8.53	63.	Salzhemmendorf.
7.52	64.	*Salzkotten.
8.51	65.	Salzschlirf.
7.53	66.	*Salzuflen.
8.51	67.	*Salzungen.
9.51	68.	Schmalkalden, Thüringen.
9.53	69.	*Schöningen, Braunschweig.
8.54	70.	Segeberg, Holstein.
7.51	71.	Soden im Taunus.
7.50	72.	Sodenthal bei Sulzbach.
8.52	73.	*Sooden a. d. Werra.
8.51	74.	Soden-Stolzenberg bei Salmünster.
		Stotternheim, s. Luisenhall.
10.52	75.	*Sulza (Neusulza).
9.48	76.	Sulzbrunn bei Kempten.
		Thale, s. Hubertusbad.
		Theodorshalle, s. Kreuznach.
		Tölz, s. Krankenheil.
		Travensalze, s. Oldesloe.
		Wanne, s. Eikel-Wanne.
6.52	77.	*Werl, Westfalen.
6.52	78.	Werne bei Lünen, Westfalen.
7.52	79.	*Westernkotten bei Lippstadt.
6.51	80.	Wiesbaden.
7.50	81.	*Wimpfen am Neckar.
10.52	82.	Wittekind bei Halle a. d. Saale.

Aufserdem sind noch zu nennen (in der Karte nicht bezeichnet):

13.54	Berg-Dievenow bei Kammin.
8.54	Bramstedt, Holstein.
7.48	Donaueschingen, Soole von Dürrheim.
12.54	Heringsdorf, Insel Usedom, Pommern.
12.53	Hermsdorf bei Berlin.
8.52	Karlshafen a. d. Weser, Hessen-Nassau.
6.51	Kiedrich bei Eltville, Rheinprovinz.
8.50	Mergentheim, Württemberg.
9.51	Plaue, Thüringen.
5.50	Rilchingen bei Saargemünd.
8.52	*Salzderhelden, Hannover.
6.52	*Sassendorf, Westfalen.
9.52	Suderode, Harz.

Digitized by Google

9.51 Suhl, Thüringen.
10.53 Sülldorf, Prov. Sachsen.
11.55 *Sülze, Mecklenburg-Schwerin.
12.54 Swinemünde, Insel Usedom, Pommern.

Salzbohrungen

↓ mit Salzfund; ↑ ohne Salzfund; k mit Kaliumsalz; ↑? noch in Betrieb oder Bohrergebnis unbestimmt.

9.53		↑?	Abbesbüttel (*s.* Gifhorn)[1]), B.-G. Blücher.
8.52		↑?	Adelebsen (*n. w.* Göttingen), B.-G. Kaiserhall.
8.52		↓	Adenstedt (*ö. n. ö.* Alfeld), B.-G. Ottoshall, *s.* Breinum und Sehlem.
8.53		↓	Adenstedt (*s.* Peine), Gew. Wilhelmshall-Ölsburg.
8.53		↑	Adlum (*n. ö.* Hildesheim), B. G. Adlum, *s.* Ödelum.
9.53		↑?	Almke (*s. ö.* Fallersleben), B.-G. Albrechtshall, *s.* Neindorf.
8.53	k	↓	Altenhagen (*n. w.* Wunstorf), Gew. Germania.
10.51		↓	Altenburg, Westkreis, B.-G. Westkreis Altenburg.
9.53		↓	Alt-Wallmoden (*s. w.* Salzgitter), B.-G. Alt-Wallmoden, *s.* Gitter.
9.51		↓	Arnstadt, B.-G. Arnshall, *s.* Plaue.
10.52	k	↓	Athensleben (*n. w.* Stafsfurt).
8.53	k	↓	Badenstedt (*s. w.* Hannover), B.-G. Vereinigte Hansa, *s.* Bornum.
8.53	k	↓	Banteln (*s.* Elze), B.-G. Neu-Hohenzollern[2]).
8.53	k	↓	Barfelder Wald (*s. ö.* Hildesheim), B.-G. Mathildenhall.
9.53		↓	Barneberg (*ö.* Schöningen).
8.53		↑	Bavenstedt (*n. ö.* Hildesheim), B.-G. Königin Luise, *s.* Hönnersum.
8.51	k	↓	Bengendorf (*ö.* Berka), B.-G. Wintershall.
9.52		↑	Benzingerode (*s. w.* Halberstadt).
8.52		↑	Berka (*ö.* Northeim) bei Catlenburg.
8.52		↑	Bilshausen (*s. ö.* Northeim) bei Giboldehausen, B.-G. Henriettenhall, B.-G. Wilhelminenhall.
6.53		↑	Bissendorf (*s. ö.* Osnabrück), B.-G. Bissendorf.
7.54		↑	Blumenthal bei Bremen.
8.52	k	↓	Bockenem (*ö.* Alfeld), B.-G. Beständigkeit, *s.* Königsdahlum.
8.52		↑	Bodenwerder (*s. ö.* Hameln), B.-G. Addashall.
8.53	k	↓	Bornum, *s.* Badenstedt.
8.51		↓	Brachfeld (*ö.* Salzungen).
9.52		↑	Bredelem (*s.* Salzgitter), B.-G. Hannashall.
8.52		↓	Breinum, *s.* Adenstedt, B.-G. Ottoshall.
8.52		↓	Breitenkamp bei Eschershausen (*s. w.* Alfeld).
8.51	k	↓	Breitungen (*s. ö.* Salzungen).
7.54		↑	Bremen, *s.* Blumenthal.
8.53		↑?	Bröckel (*ö.* Hänigsen), B.-G. Bröckel.
8.52		↑?	Büren (*n.* Münden), B.-G. Helenenhall.
8.50		↓	Burgbernheim (*n. ö.* Rothenburg), Bayern.
10.52		↓	Burgörner (*s.* Hettstedt).
8.52	k	↓	Calefeld (*s.* Gandersheim), B.-G. Viktoria, *s.* Sebexen.
8.52		↑	Catlenburg (*s. ö.* Northeim).
8.53	k	↓	Cronbostel (*s.* Wunstorf), B.-G. Neu-Wunstorf.
8.53		↑	Dachtmissen (*n. ö.* Burgdorf), B.-G. Sophienhall, *s.* Sorgensen.
8.51	k	↓	Dankmarshausen (*s. w.* Berka a. d. Werra), B.-G. Alexandershall, *s.* Dippach.
8.52		↑	Dassel (*w.* Einbeck), B.-G. Westfalen.
9.54		↑	Dellien (*w.* Lübtheen), B.-G. Annashall, *s.* Preten, Sückau.
8.53		↑	Dingelbe (*ö.* Hildesheim), B.-G. Königin Luise, *s.* Hönnersum.
9.52		↓	Dingelstedt (*n. w.* Halberstadt).
8.51	k	↓	Dippach, *s.* Dankmarshausen.
8.52		↓	Dörrigsen (*s.* Einbeck), B.-G. Hellmut.

[1]) Die Ortsnamen in den Klammern bezeichnen die nächstgelegenen Orte nach der Karte; *s.*, *n.*, *ö.*, *w.* bezeichnen die Himmelsgegend: südlich, nördlich, östlich, westlich, in der von dem Orte aus der Bohrpunkt zu suchen ist.

[2]) Mit Eime vereinigt (Gew. Fürst Heinrich). Schachtbau begonnen.

Digitized by Google

10.53		↓	Domersleben (*w. s. w.* Magdeburg).
9.53		↓	Dreileben (*w.* Magdeburg).
8.52		↓	Duderstadt, B.-G. Hannovera, s. Langenhagen, Fuhrbach.
8.51		↓	Dünkelrode (*n. ö.* Hersfeld), B.-G. Haste-Nenndorf, s. Kathus.
8.52		†?	Eberhausen (*w.* Göttingen), B.-G. Fürstenhall, s. Fürstenhagen.
8.53	k	↓	Eime (*s.* Elze), B.-G. Eime.
8.53		⊥	Elvershausen (*ö.* Northeim), B.-G. Elvershausen.
8.53		†?	Eltze (*ö.* Burgdorf), B.-G. Eltze.
8.53		†	Elze (*w. s. w.* Celle), B.-G. Elze.
8.52		↓	Eschwege (*s. ö.* Sooden), B.-G. Grofser Kurfürst, s. Weisenborn.
8.53		⊥	Everloh (*s. w.* Hannover) bei Gehrden, B.-G. Benther Berg.
9.53		†?	Fallersleben (*s. ö.* Gifhorn), B.-G. Neu-Fallersleben.
8.51		↓	Fafsdorf (*s. w.* Berka), B.-G. Benther Berg, s. Hönebach, Meckbach.
9.52		↓	Frankenhausen am Kyffhäuser.
8.51	k	↓	Friedewald (*ö.* Hersfeld), B.-G. Wintershall, s. Bengendorf.
10.52	k	↓	Friedrichsaue (*n. w.* Aschersleben).
8.52		†?	Fürstenhagen (*s.* Uslar), s. Eberhausen.
8.52		↓	Fuhrbach (*ö.* Duderstadt), B.-G. Hannovera, s. Langenhagen.
8.51	k	↓	Gasterode (*s.* Berka a. d. Werra), B.-G. Alexandershall.
8.53	k	↓	Gehrden (*s. w.* Hannover), Gew. Deutschland, früher B.-G. Franzburg-Gehrden, s. auch Everloh.
8.53		†	Gestorf (*n.* Elze), B.-G. Rudolfshall, s. Hüpede.
9.53		⊥	Gitter (*s. w.* Salzgitter), B.-G. Alt-Wallmoden-Gitter.
8.53		†	Gödringen (*n. n. w.* Hildesheim), B.-G. Teutonia, s. Hotteln.
9.52		↓	Görsdorf (*s. ö.* Northeim), Gew. Johannashall.
9.51		†	Gräfinau (*s. s. ö.* Arnstadt), B.-G. Stadtilm.
8.53		↓	Grasdorf (*s. s. ö.* Hannover), s. Gehrden.
8.53		↓	Grofs-Düngen (*s. ö.* Hildesheim), B.-G. Grofs-Düngen.
9.51		†	Grofs-Hettstedt (*ö. s. ö.* Arnstadt), B.-G. Stadtilm, s. Gräfinau.
8.53		↓	Grofs-Ilsede (*s.* Peine), Gew. Wilhelmshall-Ölsburg.
10.52		↓	Grofs-Schierstedt (*ö.* Aschersleben).
9.53	k	⊥	Grofs-Steinum am Dorm (*n. w.* Helmstedt).
8.52		†	Güntersen (*w.* Göttingen), B.-G. Barbarossa I, s. Imbsen.
8.51	k	↓	Hämbach (*w.* Salzungen), Gew. Bernhardshall.
8.53	k	↓	Hänigsen (*n. n. ö.* Burgdorf), B.-G. Hänigsen.
6.53		†	Haltern (*n. ö.* Osnabrück), B.-G. Osnabrück, s. Wulften.
8.52	k	↓	Hardegsen (*s. w.* Northeim), B.-G. Hardegsen, s. Schlarpe.
8.52		⊥	Harriehausen (*n. ö.* Einbeck), B.-G. Äterna.
9.53	k	↓	Hattorf (*s. ö.* Fallersleben), B.-G. Hattorf.
9.53	k	↓	Heiligendorf (*s. s. ö.* Fallersleben), B.-G. Heiligendorf.
8.51		†?	Herrenbreitungen (*s. ö.* Salzungen), B.-G. Karlshall.
8.52		†?	Hettensen (*s. w.* Northeim), B.-G. Marienhall.
8.52	k	↓	Heyersum (*n. ö.* Elze), B.-G. Schierenberg, s. Mahlerten.
9.54		⊥	Hitzacker a. d. Elbe, B.-G. Hitzacker, s. Wietzetze.
8.51		⊥	Hönebach (*ö.* Bebra), B.-G. Benther Berg, s. Meckbach, Fafsdorf.
8.53		†	Hönnersum (*n. ö.* Hildesheim), B.-G. Königin Luise, s. Dingelbe.
8.53		↓	Hohenhameln (*n. n. ö.* Hildesheim).
8.53		⊥	Hotteln (Gleidingen), B.-G. Teutonia, s. Gödringen.
8.53		†	Hüpede (Kalenberg), B.-G. Rudolfshall, s. Gestorf.
8.53		†	Ickhorst (Bissendorf, *n.* Hannover), B.-G. Ickhorst zum Schlage.
8.53		†	Ihme (*s. s. w.* Hannover), B.-G. Gute Hoffnung.
8.53		†	Imbsen (Dransfeld), B.-G. Barbarossa I, s. Güntersen.
8.53	k	↓	Jecha (*s. ö.* Sondershausen).
9.52	k	↓	Jerxheim.
8.53		↓	Jeversen (*w.* Celle), Engl. Gesellschaft.
9.52	k	↓	Jützenbach (*ö.* Duderstadt), Preufs. Staat.
8.51		↓	Kathus (*n. ö.* Hersfeld), B.-G. Haste-Nenndorf, s. Dünkelrode.
9.52	k	↓	Kehmstedt (*w. s. w.* Nordhausen), s. Möhrbach.
8.52		⊥	Kerstlingerode (*ö.* Göttingen), B.-G. Göttingen.
8.53		†	Klein-Hehlen (*n.* Celle), B.-G. Klein-Hehlen.
9.53		↓	Klein-Steimke (*s. s. ö.* Fallersleben), B.-G. Albrechtshall, s. Neindorf.
10.52	k	↓	Königsaue (*n. w.* Aschersleben).

Digitized by Google

8.52 k ⊥ Königsdahlum (Liebenburg), B.-G. Beständigkeit, jetzt Gew. Hermann II, s. Bockenem.
8.53 ⊤ Kolenfeld (s. Wunstorf), Gew. Hirz und Fufs.
9.53 ⊤ Knesebeck (s. w. Wittingen), B.-G. Knesebeck.
9.53 k ⊥ Kniestedt (n. ö. Salzgitter), B.-G. Kniestedt.
8.52 ⊤? Landmannsholz (Dörrigsen, s. Einbeck), B.-G. Monopol.
8.51 k ⊥ Langenfeld (s. w. Salzungen), B.-G. Georgshall.
8.53 ⊥ Langenhagen (n. ö. Duderstadt), B.-G. Hannovera, s. Fuhrbach.
8.53 k ⊥ Lemmie (Gehrden, s. w. Hannover), Gew. Justenberg, s. Weetzen.
8.51 k ⊥ Lengsfeld (s. w. Salzungen), B.-G. Grofsherzogin Sophie.
8.54 ⊥ Lieth (s. Elmshorn).
6.53 ⊤ Limbergen, Lintern (n. w. Osnabrück), B.-G. Franziskahall.
8.52 ⊤ Lippoldshausen (ö. Münden), B.-G. Werrahall, s. Wiershausen.
9.52 ⊤ Lochtum (s. ö. Vienenburg), B.-G. Wiedelah-Vienenburg.
9.53 ⊤ Lüchow (n. Salzwedel), B.-G. Elsashall.
8.52 k ⊥ Lüthorst (w. n. w. Einbeck), B.-G. Einbeck, s. Vorwohle.
8.52 k ⊥ Mahlerten (Schierenberg), s. Heyersum.
8.51 ⊥ Meckbach (s. Bebra), B.-G. Benther Berg, s. Hönebach, Fafsdorf.
8.52 k ⊥ Meimerhausen (s. Alfeld), Gew. Hohenzollern.
9.52 k ⊥ Möhrbach, Preufs. Staat, s. Kehmstedt.
8.53 k ⊥ Möllensen (s. ö. Elze), B.-G. Neue Hoffnung, s. Sibesse.
9.53 ⊤? Mörse (s. ö. Fallersleben), B.-G. Mörse.
9.53 ⊥ Neindorf (s. s. ö. Fallersleben), B.-G. Albrechtshall, s. Kl.-Steimke.
8.52 ⊤ Nesselröden (w. s. w. Duderstadt), B.-G. Nesselröden.
10.52 ⊤ Neugattersleben (n. Bernburg).
8.55 ⊤ Ödelum, B.-G. Adlum, s. Adlum.
8.53 k ⊥ Ölerse (n. n. w. Peine), B.-G. Ölerse.
8.53 k ⊥ Ölsburg (s. Peine), Gew. Wilhelmshall-Ölsburg.
9.53 ⊤ Offleben (ö. Schöningen).
8.53 ⊥ Oldau (w. n. w. Celle), B.-G. Prinz Adalbert, s. Südwinsen.
8.52 ⊤? Oldenrode bei Harriehausen (n. n. ö. Northeim), B.-G. Harzhorn.
9.52 ⊤ Othfresen (s. s. ö. Salzgitter), B.-G. Othfresen.
6.53 ⊤ Osnabrück.
6.54 ⊥ Osternburg (s. Oldenburg).
8.53 ⊤ Pattensen (s. Hannover), B.-G. Wodanshall.
8.53 ⊥ Peine, s. Grofs-Ilsede.
8.51 ⊥ Pferdsdorf (s. s. w. Vacha), B.-G. Sachsen-Weimar, s. Unterbreizbach.
9.51 ⊥ Plaue (s. Arnstadt), B.-G. Arnshall, s. Arnstadt.
8.53 ⊤ Powe (n. Osnabrück), B.-G. Wilhelminenhall.
9.54 ⊤ Preten (w. Lübtheen), B.-G. Annashall, s. Dellien, Sückau.
9.54 k ⊥ Probst-Jesar (Lübtheen).
10.52 ⊥ Rastenberg (n. Buttstädt, Weimar), B.-G. Rastenberg.
10.52 ⊥ Rathmannsdorf (n. Güsten, s. ö. Stafsfurt).
8.52 ⊤ Rautenberg (n. ö. Hildesheim), B.-G. Robertshall.
8.51 ⊤ Reilos (s. Bebra), B.-G. Preufsen.
9.53 k ⊥ Remlingen (Asse, s. ö. Wolfenbüttel).
10.52 k ⊥ Rothenförde (n. n. w. Stafsfurt), Gew. Neustafsfurt.
12.53 k ⊥ Rüdersdorf (s. ö. Berlin), Preufs. Staat.
10.52 ⊥ Rumpin (s. Könnern), Gew. Johannashall, s. Trebitz.
10.53 ⊥ Samswegen (ö. Wolmirstedt), B.-G. Bismarckshall, s. Vahldorf.
8.53 ⊥ Sarstedt (n. w. Hildesheim). B.-G. Sarstedt.
10.52 ⊤ Schladebach (s. ö. Merseburg), Preufs. Staat.
8.52 ⊥ Schlarpe, B.-G. Hardegsen, s. Hardegsen.
9.53 k ⊥ Schwanefeld bei Behndorf (n. w. Helmstedt), Gew. Burbach.
8.52 k ⊥ Sebexen. B.-G. Victoria, s. Calefeld.
8.54 ⊥ Segeberg (Holstein).
8.52 ⊥ Sehlem (ö. n. ö. Alfeld), B.-G. Ottoshall, s. Adenstedt, Breinum.
8.53 k ⊥ Sibesse, B.-G. Neue Hoffnung, s. Möllensen.
9.51 ⊤ Sondra, S.-Gotha (ö. s. ö. Eisenach).
8.53 ⊤ Sorgensen, B.-G. Sophienhall, s. Dachtmissen.
8.51 ⊥ Sorghöfen (s. Salzungen).
8.53 ⊥ Sorsum (n. Elze), Gew. Hohenzollern.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

5.52		⊥	Spellen (*s.* Wesel).
11.53		⊥	Sperenberg (*s. s. w.* Zossen), Preufs. Staat.
8.53	k	⊥	Steinförde (*w.* Celle), Russ. und Holl. Gesellschaft, s. Wietze.
8.53		⊤	Steinwedel (*s.* Burgdorf), B.-G. Steinwedel.
8.54		⊥	Stipsdorf bei Segeberg, Preufs. Staat.
9.54		⊤	Sückau, B.-G. Annashall, s. Preten, Dellien.
8.53		⊥	Südwinsen, B.-G. Prinz Adalbert, s. Oldau.
9.51		⊤	Teichweiden (*n.* Rudolstadt), B.-G. Teichel.
8.53		↑	Thönse (*n. w.* Burgdorf), Gew. Minnafund.
10.52	k	⊥	Trebitz a. d. Saale, Gew. Johannashall, s. Rumpin.
8.53		⊤?	Ütze (*ö.* Burgdorf), B.-G. Ütze.
10.52	k	⊥	Unseburg (*ö. s. ö.* Egeln).
8.51	k	⊥	Unterbreizbach, B.-G. Sachsen-Weimar, s. Pferdsdorf.
8.51	k	⊥	Vacha, B.-G. Hattorf.
10.53		⊥	Vahldorf, B.-G. Bismarckshall, s. Samswegen.
9.52	k	⊥	Vienenburg, B.-G. Neu-Vienenburg.
6.53		⊤	Vinte, B.-G. Franziskahall, s. Limbergen, Lintern.
8.53		↑?	Vöhrum (*n. w.* Peine), B.-G. Martinshall.
8.52	k	⊥	Vogelbeck (*n. n. w.* Northeim), Gew. Siegfried I.
8.52	k	⊥	Vorwohle, B.-G. Einbeck, s. Lüthorst.
9.53	k	⊥	Walbeck (*n. w.* Helmstedt), Gew. Burbach.
8.53		⊤?	Wallensen (*w. n. w.* Alfeld), B.-G. Wallensen.
9.53	k	⊥	Watenstedt (*w.* Jerxheim).
9.52		⊥	Weddingen (*n. w.* Vienenburg), Akt.-Ges. Salzdetfurt.
9.53		⊥	Wedesbüttel, B.-G. Heiligendorf, s. Heiligendorf.
8.53	k	⊥	Weetzen, Gew. Justenberg, s. Lemmie.
8.53	k	⊥	Wehmingen (*s. w.* Sehnde), Gew. Hohenfels.
8.52		⊥	Weisenborn, B.-G. Grofser Kurfürst, s. Eschwege.
10.52		⊥	Welfesholz, s. Burgörner.
8.51	k	⊥	Wernshausen (*w.* Schmalkalden).
8.53	k	⊥	Westerlinde (*s. ö.* Hildesheim).
8.52		⊤	Wetteborn (*s. ö.* Freden), B.-G. Saschashall.
9.53		↑?	Weyhausen (*n.* Fallersleben), B.-G. Weyhausen.
9.53		⊥	„ „ B.-G. Neu-Fallersleben.
9.53		⊤	Wiedelah (*ö. n. ö.* Vienenburg), B.-G. Wiedelah-Vienenburg.
8.52		↑	Wiershausen, B.-G. Werrahall, s. Lippoldshausen.
8.53		⊥	Wietze, s. Steinförde.
9.54		⊤	Wietzetze, B.-G. Hitzacker, s. Hitzacker.
8.51		⊥	Wilprechtroda (*s. ö.* Salzungen).
10.52	k	⊥	Winningen (*n.* Aschersleben).
8.52	k	⊥	Winzenburg (*s. ö.* Alfeld), Preufs. Staat.
6.53		⊤	Wulften, B.-G. Osnabrück, s. Haltern.

Digitized by Google

Übersicht der Schriften

und deren abgekürzte Bezeichnungen.

A. Periodische Schriften.

1. *Am. Journ.* = The American Journal of Sciences and Arts von *Silliman* und *Dana*, New-York, seit 1818, 2 mal monatlich.
2. *Ann. Phys.* = Annalen der Physik von *L. W. Gilbert*, Halle, später Leipzig, seit 1799 (*Gilberts* Annalen), dann Annalen der Physik und physikalischen Chemie. Annalen der Physik und Chemie von *J. C. Poggendorf* (Poggendorfs Annalen), dann von *G.* und *E. Wiedemann*, 1 mal monatlich.
3. *Ann. Chim. Phys.* = Annales de Chimie et de Physique, früher von *Gay-Lussac* und *Arago*, seit 1816, vorher Annales de Chimie, Paris, jährlich 3 Bände in Monatsheften.
4. *Ann. d. Chem. u. Pharm.* = Annalen der Chemie und Pharmacie von *F. Wöhler*, *J. Liebig* und *H. Kopp*, seit 1832, Leipzig, jährlich 4 Bände in Monatsheften.
5. *Ann. d. min.* = Annales des Mines ou Recueil des Mémoires sur l'Exploitation des Mines, rédigées par le Conseil général des Mines, Paris, seit 1816.
6. *Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau.* Verlag der polnischen Verlagsgesellschaft in Krakau, jährlich 10 Hefte.
7. *Arch. d. Pharm.* = Archiv der Pharmacie, Zeitschrift des Deutschen Apothekervereins, von *E. Reichardt*, jetzt von *Schmidt* u. *Beckurts*, Berlin, jährlich 9 Hefte.
8. *Arch. d. Physiol.* = Archiv der Anatomie und Physiologie von *Engelmann*, Königsberg, bei *Veit u. Co.*, Leipzig, jährlich 6 Hefte.
9. *Ausland* = Das Ausland. Überschau der neuesten Forschungen auf dem Gebiete der Natur-, Erd- und Völkerkunde, von *F. v. Hellwald*, Stuttgart, seit 1828, wöchentlich.
10. *Bayer. Ind.- u. Gewbl.* = Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt von *Linde* und *Stölzel*. Herausgegeben vom Ausschuss des Polytechnischen Vereins in München, seit 1869.
11. *Bayer. Kunst- und Gewerbeblatt* = Kunst- und Gewerbeblatt des Polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, München, seit 1815.
12. *Balneolog. Ztg.* = Balneologische Zeitung. Offizielles Organ des Vereins der Kurorte und Mineralquellen-Interessenten Deutschlands, Österreich-Ungarns und der Schweiz. Berlin, seit 1890.
13. *Bány. es Koh. Lapok* = Bányászati és Kóhászati Lapok, Redaktion *L. Litschauer*, Oberingenieur zu Schemnitz.
14. *Berggeist* = Der Berggeist, Zeitung für Berg- und Hüttenwesen und Industrie, Köln, 1856 bis 1885.

Digitized by Google

15. *Ber. chem. Ges.* = Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft von *P. Jacobson*, Berlin, seit 1868.
16. *B.- u. H. Z.* = Berg- und Hüttenmännische Zeitung von *C. Hartmann*, dann *K. R. Bornemann* und *Bruno Kerl*, dann *Br. Kerl* und *F. Wimmer*, dann *G. Köhler* und *C. Schnabel*, Freiberg, jetzt Leipzig, seit 1842, wöchentlich.
17. *Bergwerksfreund* = Der Bergwerksfreund, ein Zeitblatt für Berg- und Hüttenleute u. s. w. von *C. J. Heine* und *G. Reichardt*, seit 1839.
18. *Bulletin de l'Académie roy. des sciences de la Belgique*, Brüssel, seit 1834, jährlich 1 Band.
19. *Centralblatt für Nahrungs- und Genufsmittelchemie* von *B. A. Katz*, seit 1895, dann Zeitschrift für öffentliche Chemie von *R. Hefelmann*.
20. *Centralblatt für die Zuckerrübenindustrie der Welt*, Magdeburg, wöchentlich.
21. *Chem. Centralbl.* = Chemisches Centralblatt, vollständiges Repertorium für alle Zweige der reinen und angewandten Chemie, herausgegeben von der deutschen chemischen Gesellschaft, *R. Arendt*, Berlin, seit 1830, wöchentlich.
22. *Chem. Ind.* = Die Chemische Industrie, von *O. N. Witt*, Berlin, 2 mal wöchentlich.
23. *Chem. News* = Chemical News and Journal of Physical Science, London, wöchentlich.
24. *Chem. Ztg.* / *Chem. Ztg. Rep.* = Chemiker-Zeitung, Centralorgan für Chemiker, Techniker, Fabrikanten, Apotheker, Ingenieure, mit dem Beiblatt Chemisches Repertorium, von *G. Krause* in Köthen, seit 1877, 2 mal wöchentlich.
25. *Civil-Ing.* = Der Civilingenieur, Zeitschrift für das Ingenieurwesen, von *K. R. Bornemann*, Freiberg, bei *J. G. Engelhardt*; Neue Folge, seit 1855.
26. *Colliery Guardian*, London, wöchentlich.
27. *Compt. rend.* = Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paris, seit 1836, jährlich 2 Bände.
28. *Dampf* = Schweizerisches Fachblatt für Dampfbetrieb bei *W. Hepting* in Ardelfingen (Zürich).
29. *D. Apoth.-Ztg.* = Deutsche Apotheker-Zeitung mit Beilage: Repertorium der Pharmacie, von *Beckurts*, Selbstverlag des Deutschen Apothekervereins, Berlin, seit 1886.
30. *Deutsche Industrie-Zeitung*, zugleich Konsulatszeitung, bei *W. H. Kühl*, Berlin, seit 1882, wöchentlich.
31. *D. Kohlenztg.* = Deutsche Kohlen-Zeitung, Fachblatt für die Interessen der gesammten Kohlenindustrie, des Kohlen-, Koks- und Holzhandels, Offizielles Organ des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins, bei *Hugo Spamer*, Berlin, seit 1873, 2 mal wöchentlich.
32. *Deutsche Kolonialzeitung*, Organ der Deutschen Kolonialgesellschaft, Berlin, seit 1884, wöchentlich.
33. *D. Landwirtsch. Ges. Wandervers.* = Mitteilungen der Deutschen landwirtschaftlichen Gesellschaft, Berlin, 2 mal monatlich.
34. *Elektrotechnische Zeitschrift*, von *G. Kapp* und *J. H. West*, Berlin, seit 1880, wöchentlich.
35. *Eng. a. Min. J.* = Engineering and Mining Journal by *R. P. Rothwell*. New-York, wöchentlich.
36. *Erdmanns Journ.* / *Erdmanns J. f. prakt. Chem.* = Journal für praktische Chemie, von *O. L. Erdmann*, fortgeführt von *H. Kolbe*, herausgegeben von *E. v. Meyer*, Leipzig, seit 1828, 2 mal wöchentlich.
37. *Ersc. Chem. Ber.*, siehe Nr. 15.
38. *Ersc. Chem. Centralblatt*, siehe Nr. 21.

Digitized by Google

39. *Fresen. Zeitschr.* = Zeitschrift für analytische Chemie, von *C. R. Fresenius*, Wiesbaden, seit 1862, siehe Nr. 91.
40. *Gesundheit*, Zeitschrift für öffentliche und private Hygiene, begründet von *C. Reclam*, herausgegeben von *A. Kühner*, seit 1876, 2 mal monatlich.
41. *Gf.* = Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Wochenschrift mit dem Beiblatte: Führer durch den Bergbau, Essen, bei *G. D. Bädeker*, seit 1865, wöchentlich.
42. *Gilberts Ann.* siehe Nr. 2.
43. *Glasers Annalen* = Annalen für Gewerbe und Bauwesen, von *F. C. Glaser*, Berlin, 2 mal monatlich.
44. *Illustration*, Journal universel, Paris, wöchentlich.
45. *Industrie*, Fachzeitung für Kohlen- und Kali-Bergbau, Berlin und Essen a. d. Ruhr, seit 1890, täglich.
46. *Iron journ.* = The Journal of the Iron and Steel Institute by *B. H. Brough*. London, jährlich 2 Bände.
47. *Jahrbuch der königlich preufsischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie* zu Berlin, seit 1880.
48. *Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt* = Jahrbuch der Kaiserlich Königlichen Geologischen Reichsanstalt, Wien, seit 1851.
49. *Jahresber. der chem. Techn.* = Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Elektrochemie und Gewerbestatistik, von *R. v. Wagner*, fortgesetzt von *F. Fischer*. Leipzig, seit 1855.
50. *Jahresber. der Schles. Ges.* = Jahresberichte der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, Breslau.
51. *Journal für Landwirtschaft*, von *Liebscher*, Berlin, 4 mal jährlich.
52. *J. f. prakt. Chem.* siehe Nr. 36.
53. *Karst. Arch. I. R.* = Archiv für Bergbau und Hüttenwesen von *C. J. B. Karsten*, 1818 bis 1831, 20 Bände.
54. *Karst. Arch. II. R.* / *Karsten u. v. Dechens Arch.* = Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde von *C. J. B. Karsten*, 10 Bände, von *C. J. B. Karsten* und *H. v. Dechen*, 16 Bände, 1829 bis 1855.
55. *Kuxenztg.* = Kuxenzeitung, Organ für die Kohlen-, Kali- und Erz-Bergwerks-Interessenten, Berlin und Hannover, 6 mal wöchentlich.
56. *Leob. J.* = Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Bergakademie zu Leoben und Přibram und der königlich ungarischen Bergakademie zu Schemnitz von *J.* Ritter *v. Hauer*, jetzt *H. Höfer* und *C. v. Ernst*, Wien, seit 1853. Fortsetzung des Jahrbuches der k. k. Montanlehranstalt zu Leoben.
57. *Magdeb. Ztg.* = Magdeburgische Zeitung.
58. *Mechanics Magazine* = The Mechanics Magazine and Journal of Engineering, Agriculture Machinery, Manufactures and Shipbuilding, London.
59. *Min. Journ.* = The Mining Journal. Railway and Commercial Gazette. Forming a Complete History of the Commercial and Scientific Progress of Mines and Railways, and a Carefully Collated Synopsis, with Numerous Illustrations of All New Inventions and Improvements in Mechanics and Civil Engineering, London, seit 1831, wöchentlich.
60. *Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes.* Organ des Centralverbandes der preufsischen Dampfkessel-Überwachungsvereine, von *H. Minſsen*, Berlin und Breslau, seit 1878, 2 mal monatlich.
61. *Monatsh. d. Chem.* = Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften, herausgegeben von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, seit 1880.
62. *Montanmarkt* = Der Montanmarkt, Zeitung für die Kali-, Kohlen-, Eisen- und Cementindustrie, Hannover, 2 mal wöchentlich.

Digitized by Google

63. *Mon. scientif.* = Moniteur Scientifique, Paris, seit 1857, 12 Hefte jährlich.
64. *Nat.-Ztg.* = National-Zeitung, Berlin.
65. *N. Jahrb. f. Min.* = Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, von *M. Bauer, W. Dames, Th. Liebisch*, Stuttgart, *E. Schweizerbart*sche Verlagsbuchhandlung (*E. Koch*), seit 1865.
66. *Nova Acta* = Nova Acta der kaiserlich Leopoldinisch-Karolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher, Dresden, seit 1818.
67. *Ö. Z.* oder *Öst. Zt.* = Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, von *H. Höfer* und *C. v. Ernst*, Wien, seit 1853.
68. *Pflügers Arch. d. Physiol.* = Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Tiere, von Dr. *E. F. W. Pflüger*, bei *E. Strauſs* in Bonn, jährlich 4 Bände, seit 1874.
69. *Pharm. Centralh.* = Pharmaceutische Centralhalle für Deutschland, von *Geiſsler* und *Schneider*, bei *J. Springer*, Berlin, seit 1860, wöchentlich.
70. *Polyt. Centralbl.* = Polytechnisches Centralblatt von *J. A. Hülſse* und *A. Weinling*, später von *J. A. Stöckhardt* mit *G. H. E. Schnedermann, C. R. Brückmann, E. Th. Böttcher*, Leipzig, 1835 bis 1861.
71. *P. J., Poly. Journ.* = *Dingler*s Polytechnisches Journal, herausgegeben von *E. M. Dingler*, später *H. Hollenberg*, Stuttgart, bei *Arnold Bergsträſser*, seit 1820, jährlich 4 Bände, wöchentlich.
72. *Pr. Z.* = Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preuſsischen Staate, von *R. v. Carnall*, dann im Ministerium für öffentliche Arbeiten, im Ministerium für Handel und Gewerbe, Berlin, seit 1854.
73. *Prometheus*, Illustrirte Wochenschrift von *O. N. Witt*, Berlin.
74. *Proc. R. Irish Acad.* = Proceedings of the Royal Irish Academy, Dublin, seit 1841.
75. *Ratgeber im Obst- und Gartenbau* = Der praktische Ratgeber im Obst- und Gartenbau, Frankfurt a. d. O., seit 1886, wöchentlich.
76. *Rep. d. anal. Chem.* = Repertorium der analytischen Chemie, Organ des Vereins der analytischen Chemiker, 1881 bis 1887. Fortsetzung: Zeitschrift für angewandte Chemie, siehe Nr. 92.
77. *Rivista minera* = Rivista Minera, Metalurgica y de Ingenieria, Madrid, 4 mal monatlich.
78. *Rivista tecnica* = Rivista Tecnica dell' Industria e dell' Ingegneria, Mailand.
79. *Rivista del Servizio Minerario*, Florenz.
80. *Revue hebdomadaire de chimie scientifique et industrielle*, Paris.
81. *Rev. uni. d. mines* = Revue universelle des mines, de la métallurgie, des travaux publics, des sciences et des arts appliqués à l'industrie, par *Ch. de Cuyper*, Paris und Lüttich, seit 1857.
82. *Rittingers Erfahrungen* = Erfahrungen im berg- und hüttenmännischen Maschinen-, Bau- und Aufbereitungswesen, zusammengestellt aus den amtlichen Berichten der k. k. österreichischen Berg-, Hütten- und Salinenbeamten, von *P. v. Rittinger*, später *Egid. Jarolimek*, Beilage zur österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 1854 bis 1873.
83. Sitzungsberichte der königlich preuſsischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Verlag der königlichen Akademie der Wissenschaften, in Commission bei *Georg Reimer*, Berlin.
84. Sitzungsberichte des Vereins für Naturkunde in Braunschweig. Braunschweig.
85. *The mineral Industry*, its statistics, technology and trade in the United States and other countries, edited by *R. P. Rothwell*, New-York, seit 1892.
86. *Ungar. Akad.* = Veröffentlichungen der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Budapest (erscheinen in ungarischer Sprache).
87. Verhandlungen des deutschen Geographentages. Berlin, bei *G. Reimer*.

Digitized by Google

88. *Verhandl. d. Ges. f. Erdk.* = Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin, bei *W. H. Kühl.*
89. Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches, herausgegeben im kaiserlichen Statistischen Amte in Berlin, Verlag von *Puttkammer* und *Mühlbrecht*, seit 1892.
90. *Wagners Jahresber.* } siehe Nr. 49.
Wagners Jahresber. d. chem. Technol. }
91. *Z. f. anal. Chem.* = Zeitschrift für analytische Chemie, von *H. Fresenius*, *W. Fresenius* und *E. Hintz*, Wiesbaden, seit 1862, siehe Nr. 39.
92. *Z. f. angew. Chem.* = Zeitschrift für angewandte Chemie, von *F. Fischer*, bei *J. Springer*, Berlin, wöchentlich.
93. *Z. d. Ges. f. Erdkunde* = Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, von *Kolm*, Berlin, 6 Hefte jährlich.
94. *Z. d. deutsch. geolog. Ges.* = Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Berlin, seit 1849.
95. *Z. f. B.* = Zeitschrift für Bergrecht, von *H. Brassert*, Bonn, bei *A. Marcus*, seit 1860, 4 Hefte jährlich.
96. *Z. f. d. ges. Naturw.* = Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften (früher Berlin, Halle, Leipzig); jetzt: Zeitschrift für Naturwissenschaften. *Schweizerbart*sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, seit 1853, 6 Hefte jährlich.
97. *Z. d. V. Deutsch. Ing.* = Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Berlin, seit 1857.
98. *Z. f. Krystallographie* = Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, Leipzig, bei *P. Groth*, seit 1871.
99. *Z. f. phys. Chem.* = Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöcheometrie und Verwandtschaftslehre, von *W. Ostwald* und *J. H. van't Hoff*, Leipzig, seit 1890, monatlich.
100. *Z. f. pr. G.* = Zeitschrift für praktische Geologie, mit besonderer Berücksichtigung der Lagerstättenlehre, von *M. Krahmann*, Berlin, Verlag von *J. Springer*, seit 1893, in Monatsheften.

B. Nicht-periodische Schriftwerke.

(Wo nur der Name des Verfassers bezeichnet ist, giebt die beistehende Zahl die Seite an, wo der Titel des Werkes angeführt wird.)

v. Alberti 165. *Apelt* 346.
v. Balzberg 610. *Bischof*, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, von *G. Bischof*, Bonn 1847 bis 1855, 2. Aufl., 3 Bände, 1863 bis 1866, Ergänzungsband 1871. *Bischof* 468. *Bolley* 495. *Borsche* 238. *v. Buschmann* 323, 361.
Caro 979. *Chatard* 806. *Chem. Geologie* siehe *Roth*. *Chem. phys. Geol.* siehe *Bischof*. *Cramer* 268.
Denkbuch des österreichischen Berg- und Hüttenwesens, Wien 1873 (aus Anlafs der Wiener Weltausstellung erschienen).
Engelke 238.
Finkener 1005. *Fischer* 81.
Hauer 516. *Hehn* 8. *Hellmann* 8. *van't Hoff* 199. *Hrdina* 254.
K. Karmarsch und *F. Heeren*, Technisches Wörterbuch oder Handbuch der Gewerbekunde, 3 Bände, Prag. *Karmarschs* Supplemente zu *Prechtls* techn. Encyklopädie. *J. J. Prechtl*, Technologische Encyklopädie oder alphabetisches Handbuch der Technologie, der technischen Chemie und des Maschinenwesens, Supplementbände, 1857 bis 1869, Stuttgart. *Karsten* 4. *Kuntze* 169, 171.

Digitized by Google

Lersch 702. *Liebig* 366. *Lunge* 323.
Meyn 8. *Möller* 8.
Muspratt, *Techn. Chem.* = *Muspratts* theoretische, praktische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe, encyklopädisches Handbuch der technischen Chemie, von *F. Stohmann* und *Bruno Kerl*, dann *H. Bunte*, bei *Friedr. Vieweg u. Sohn* in Braunschweig, 4. Aufl., seit 1888.
Ochsenius 199.
Paxmann 238. *Pfeiffer* 958. *Preisschrift* siehe *v. Balzberg*.
Quenstedt 8.
Rammelsberg 617, 1005. *Rose* 1005. *Rosset* 267. *Roth*, Allgemeine und chemische Geologie, von *J. Roth*, 3 Bände, Berlin, 1879 bis 1892.
Schleiden 8. *Schmidt* 8, 366. *Schwarz* 165. *v. Schwind* 495. *Siemsen* 246. *Simon* 946. *Spennrath* 951. *Stelzner* 18. *Stoffert* 267.
Toula 10. *Trautvetter* 346.
Wagner 341. *Warth* 800. *Windakiewicz* 254. *Wöhler* 617. *Wutke* 455.

Digitized by Google

SACHVERZEICHNIS.

A.

Abbau der Kaliumsalze 384.
„ „ Salzlager 382.
Abbaupfeiler 383.
Abdampf von Maschinen zum Salzsieden 798.
„ „ Siedepfannen 798.
Abdampfgefäfse, geschlossene 611.
Abdampfprobe 534.
Abdeckung bei Kesselpfannen 814.
Abfälle von Salz, Denaturirung 348.
Abgabe von Salz 346.
Abgabefreies Salz im deutschen Zollgebiet 360.
Abgänge beim Salzsieden 617.
Abgangslaugen von der Kalium-Industrie 959, 984.
Abhitze zur Trocknung 655.
„ , Verwendung 672, 677.
Abkühlung zur Salzgewinnung 880.
Abkühlungssalz 648, 649.
Ablafsgrube 505.
Ablafsoffen 505.
Ablafspiepe 510.
Ablafsröhre 504.
Ablafswerke 495.
Ableckbühne, s. Abtropfbühne.
Ablecken des Salzes 656.
Ablösekeile 405.
Ablösungsmannschaft beim Salzsieden 716.
Abraumsalze 103.
Absatz der Kalisyndikatswerke 243.
Absäugekasten 504.
Abspitzen des Schwarzdorns 553.
Abtropfbühne 612, 642.
Abwässer 319.
Abwässerung 500.
Ackerbau, Verwendung von Kochsalz 338.
Adlerkainit zur Düngung 340.
Adlersalz 255.
Aires 590.
Akromorphen 166.
Alaun zur Bestimmung von Kalium 1024.
Alaun aus Mutterlauge 1000.
„ zum Reinigen der Soole 92, 609, 633, 642.
Alaunstein im Stafsfurter Lager 134.
Albumin zum Reinigen der Soole 92, 634, 811.
Alkalien, analytische Bestimmung in Salzen und Soolen 1015, 1018.
„ , kohlensaure, Gewinnung aus Kainit 1061.
Alkohol, zur Abscheidung von Chlormagnesium 73.
„ , Löslichkeit des Kochsalzes 26.
„ zur Salzgewinnung 927.
Alpenkalk 250.
Alpine Trias 23.
Aluminium, Anwendung beim Siedebetrieb 953, 1061.
„ , Einwirkung von Salzen 951.
„ zu Salzformen 673.
Aluminiumbronze 958.
Amalgamationsverfahren 325.
Amboſs, Bessemerfarbe, Rostschutzmittel 956.
Ammonium, kohlensaures, aus Mutterlauge 1003.
Analysen, Dornstein 570.
„ , englisches Exportsalz 610.
„ , Flufswasser 15, 160.
„ , Hungerstein 625.
„ , Krücksalz 625.
„ , Meersalz bei St. Martin 588.
„ , Meerwasser 13.
„ , Mutterlauge 1003.
„ , Mutterlaugensalze 1001.
„ , Nachgangssalz 644.
„ , gelbes Salz 624.
„ , Salz von Argentinien 584.
„ , „ „ Astrachan 582.
„ , „ vom Eltonsee 580.
„ , „ von Erfurt 204.
„ , „ „ Moutiers 645.
„ , „ „ Sibirien 589.
„ , „ „ Sicilien 609.

Digitized by Google

Analysen, Salz von Venetien 609.
„ , „ „ Wilhelmsglück 208.
„ , „ „ Utah 583.
„ , Salzlösungen, Verteilung der Basen und Säuren 73, 76.
„ , Salzschaum 625.
„ , Salzschlamm 625.
„ , Seensalz von Afrika 587.
„ , Seenwasser 20, 21.
„ , Seesalz, französisches 595.
„ , „ , istrisches 610.
„ , „ , verschiedenes 608.
„ , Sommersalz 624.
„ , Soolen 741.
„ , Speisesalz 622.
„ , Steinsalz 29.
„ , Vorgangssalz 644.
Anhydrit 147, 148, 255, 488.
„ zur Düngung 338.
„ , Bildungsverhältnisse 1035.
Anhydrithut 182.
Anhydritregion 130.
Ankehren 498.
Ankehrperiode 500.
Ankehrschurf 498.
Ankrücken des Salzes 611.
Anlagsoffen 506, 508.
Anreicherung durch Gradirung 546.
„ der Soolen 545.
„ durch Steinsalz 545.
Anstrichmasse, elastische 957.
„ säurebeständige 956.
Apatit, Salzbildung 169, 173.
Aphthalos 150.
Aräometer 533.
„ von *Modelhaupt* 539.
Arbeitszeit beim Sieden 716.
Arcanit 143.
Argon in Gasen des Steinsalzes 28.
Ascharit 145.
Asche, Abfuhr 613.
Aschenkanal 761.
Aschenpfanne 752.
Aschenplan 761.
Astrakanit 143.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
Ätzammoniak 1003.
Ätzkalk zur Soolreinigung 87, 92, 805.
Ätzmafs 502.
Aufbereitung des Steinsalzes 439.
Aufbrennen des Salzes 642.
Auffafsbrettchen 603.
Auflassung der Sinkwerke 502.
Auflegegewichte bei Soolwagen 536.
Auflösekasten 483.
Auflösung von Steinsalz 482, 1057.
Aufsatzstück bei Pumpen 469.
Aufsiedung 495, 502.
Auftauen von Eis 322, 332, 357.
Aufzugsgrube 500.
Augensalz 251.
*Augustin*sches Verfahren 326.
Ausbären des Salzes 655.
Ausbärseite der Pfannen 724.
Ausbärwagen 660, 674.
Ausbessern der Pfannen 614.
Ausbringen beim Salzsieden 702, 704.
Ausfluls aus Öffnungen 531, 532.
Ausflufskoefficient 531.
Ausfuhr von Salz aus Deutschland 221, 230.
„ „ „ „ England 1043.
Ausgufskasten 469.
Auskehren des Herdes 614.
Auslaugung von Kaliumsalzlagern 1052.
Aussalzbehälter 593.
Ausschlagen des Salzes 611, 613, 642.
Ausschöpfen der Pfanne 613, 619, 643.
Ausschufs der Carnallit fördernden Werke 239.
„ „ Kalirohsalzwerke 239.
„ „ Steinsalzwerke 238.
„ des Verkaufssyndikats 242.
Aussoolung der Salzlager 489.
Aussoolungskessel 491.
Aussteinen der Pfanne 614, 645.
Auswaschen des Salzes mit Soole 99.
Auswerfebank 657.
Auswerfeschaufeln 642, 643.
Auswerke 588.
Automatische Salzwage 685, 690.

B.

Backenquetschen 439, 440.
Bäder 335, 357.
„ , Mutterlauge 620, 1000.
Badesalz 322, 620, 999, 1000, 1002.
Balvanen 257.
Barde (Salzthon) 282.
Bären des Salzes 655.
Bärer 666.
Barrenwirkungen 174.
Bärsack 721, 724, 1059.
Bärstatt 666, 724.
Baryum, kohlensaures, zur Soolreinigung 927.
Bassins 518.
Batkak 580.
Baysalz, s. Seesalz 321, 587.
Becherwerke 960.
Befeuerung der Siedepfannen, Arten 718.
Befreiung von der Salzabgabe 346.
Begleitschein 354.
Beine beim Salzbergbau 383.
Belegschaft bei der Salzsiedung 712.
Benennungen des Kochsalzes 7, 321.
Benzidinfarbstoffe, Verwendung von Kochsalz 330.
Berchtesgadener Wehr 505, 508.
Berechtigungsschein 357.
Bergdicke 497.
Berge 439, 497.

Digitized by Google

Bergemühle 385, 387.
Bergeversatz 383, 385.
Bergkern 249, 252.
Bergkieserit zur Düngung 340.
Bergkrystalle im Stafsfurter Lager 134.
Bergveste 497.
Bernsteinlack als Rostschutzmittel 806.
Besetzen der Bohrlöcher 428.
Bessemerfarbe als Rostschutzmittel 956.
Bestandteile der Soolen 70.
„ „ „ , Gruppirung 73.
Bestellsalz 348.
Bestellzettel 355.
Besteuerung des Salzes 346.
Besteuerungsrecht im Deutschen Reiche 361.
Best picked rock 270.
Beteiligungsmengen der Kaliumsalzwerke 240, 241.
Beton zu Salzpfannen 812.
Betonirung von Bohrlöchern 476.
Betonreservoire 524.
Betröpfelung der Gradirwerke 562.
Biegsame Welle 421.
Bienenwachs beim Salzsieden 677.
Bildung der Salzlager 163.
Bildungsstufen des alpinen Salzgebirges 251.
Bindfadengradirung 548.
Binnenmeere, Salzgehalt, Analysen 13.
Bischofit 134, 135.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
Bitterlauge 619.
Bittersalz aus Kieserit 345, 982, 987.
„ in Kochsalzlösungen 77.
„ aus Mutterlaugen 999, 1002.
Bitumen der Soolen 91, 373.
Blanksalz 321.
„ , Einfluss von Chlormagnesium 97, 620.
Blätteriges Steinsalz 26.
Bleichereien, Verwendung von Kochsalz 329.
Bleichkalk, Verwendung von Kochsalz 323, 329.
Blödit 141.
Blut zum Reinigen der Soole 92, 633.
Blutungen, Verwendung von Kochsalz 337.
Bodenfläche der Pfanne 723.
Bodenstock 514.
Bodenwärme 185.
Bohrarbeit 205.
Bohrbetrieb, Vergleiche 419, 424.
Bohrgemeinschaft 247.
Bohrgesellschaften 123, 1070.
Bohrkern 375.
Bohrkerne, Probenahme 1054.
Bohrlöcher, Ergiebigkeit, Kosten 579.
„ , Teufen 376, 1049.
„ , Verdichtung 1049.
„ , Verfahren 374.
Bohrlöcher, Verlauf der Aussoolung 489.
„ , Verstopfen 378.
Bohrlochpumpen 477.
Bohrmaschinen (s. Drehbohrmaschinen) 406.
Bohrtäucher 476.
Bohrung bei Stafsfurt 104.
Bohrungen 119.
„ , Leistungen 1049.
„ auf Salz 204, 1070.
Bohrverfahren 374.
Borax 370.
Borazit 345, 989.
„ im Stafsfurter Lager 134, 156.
Bordbleche bei Pfannen 728.
Borden 723.
Bordsalz 321, 619.
Bordschwellen 523.
Borocalcit 370.
Borsäure 989.
„ , analytische Bestimmung 1017.
Borsaure Salze 144.
Brandwunden, Verwendung von Kochsalz 337.
Branft 723.
Brassoures 591.
Braunkohlenverbrauch beim Salzsieden 704.
Brechmittel, Kochsalz 337.
Brechstange 401.
Brennbarer Salpeter 428.
Brenner bei Gasfeuerung 770.
Brennstoff 611.
„ , Aufwand bei Stöckeln 673.
„ bei der Siedung 753.
Brennstoffe, Heizwert 708.
Brennstoffverbrauch beim Salzsieden 703.
Brikette, Verpackung 687.
Brikettirung 678.
„ in Aussee 1058.
„ , Erfordernisse 689.
„ in Ischl 1059.
„ von Seesalz 688.
Brikettsalz 321, 665.
Britanniametall, Einwirkung von Salzen 951.
Broden 611, 621.
Brodenfang 611, 740, 746.
Brom 345, 979.
„ , analytische Bestimmung 1010.
„ , Gewinnung in Nordamerika 1000.
„ in Mutterlaugen 998.
Bromeisen 345, 980.
Bromkalium 345.
Brommagnesium in Mutterlaugen 1003.
Bromnatrium in Mutterlaugen 1000.
Bruchgrenze der Sinkwerke 502.
Brunnenwasser, Reinigung 337.
Bruttoverwiegung 700.
Bühnensalz 345, 370, 973.
Bund, Länge 523, 553.

Digitized by Google

Bundbalken 521.
Bundhölzer 508.
Bundsäulen 552.
Buntsandstein, Bildung 197.
„ , Salzvorkommen 23.
Butter, Einsalzen 335.
„ zum Reinigen der Soole 93.
Butter Salt 615.
Buttersalz 321.

C.

Calcium, analytische Bestimmung 1014, 1017.
Calcutta Salt 321.
Carnallit 132, 159.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
„ zur Düngung 340.
„ , künstlicher 973.
„ aus Mutterlauge 997.
„ , Produkte der Verarbeitung 977.
„ , Verarbeitung 959.
„ , Verwendung 958.
Carnallitlager, Abbau 384.
Carnallitregion 132.
Cäsium, analytische Bestimmung 1014, 1018.
„ aus Carnallit 984.
„ im Stafsfurter Lager 134.
Cellulosefabriken 329.
Cementanstrich 956.
Cementdämme 503, 516, 1058.
Cemente 324.
Cementplatten zu Trockenpfannen 750.
Centrifugen mit selbstthätiger Austragung 865.
„ zur Salzreinigung 592, 596.
„ zum Trocknen 860.
„ „ Vortrocknen 854.
Centrifugentrocknung, Vorzüge 867.
Chairs 667, 669.
Chauffoir 593.
Chemische Fabriken, Entwicklung 990.
„ „ , Steueraufsicht 357.
Chlor, analytische Bestimmung 1009, 1016.
Chloraluminium in Soolen 93.
Chlorbaryum, Einwirkung auf Eisen 948.
„ zur Reinigung der Soole 636.
Chlorbrom 979.
Chlorcalcium zur Reinigung der Soole 636.
„ in Soolen 71, 77, 88.
„ im Trinkwasser 82.
Chlorkalium, analytische Bestimmung in Salzen 1019.
„ aus Carnallit 345.
„ , Decken 965.
„ , Einwirkung auf Eisen 949.
„ , Gewinnung in Kalusz 977.
Chlorkalium, Gewinnung aus Meerwasser 596.
„ , Krystallisirung 964.
„ aus Mutterlauge der Seesalinen 997.
„ aus Mutterlauge der Sudsalinen 999, 1002.
„ bei d. Pflanzendüngung 6.
„ in Soolen 77.
„ , Temperaturerniedrigung 33, 34.
„ , Trocknen 966.
„ beim Verdampfen der Soole 83.
„ , Verkaufsbedingungen 992.
„ , Verpackung 970.
„ , Verwendung 345.
Chlorkaliumfabriken 239.
„ , Abwässer 320.
Chlorkaliumsalze zur Düngung 341.
Chlorkalk 323.
Chlormagnesium 27.
„ zu Bohrzwecken 376.
„ , Einwirkung auf Eisen 949.
„ bei Formsalz 97, 668.
„ , geschmolzenes 978.
„ , Gewinnung 978.
„ im Kochsalz 96.
„ , krystallisirtes 345, 978.
„ im Meerwasser 606.
„ aus Mutterlauge 1002.
„ , Reinigung 87, 634.
„ , Schädlichkeit 97.
„ in Soolen 77.
„ , Trennung durch Alkohol 73.
„ im Trinkwasser 81.
„ beim Verdampfen der Soole 87, 619.
„ bei Winterkälte 99.
Chlornatrium, Doppelsalz mit kohlensauren Salzen 78.
„ , Eigenschaften 101.
„ , Einwirkung a. Eisen 948.
„ , „ von Kohlensäure 951.
„ , spec. Gewicht 1026.
Cimentirung der Soole 526.
Circular Pan 719.
Circulirherd 734, 735.
„ , Wimpfen 737.
Circulirpfanne 880.
Coarse Salt 321.
Common Salt 615.
Conches 590.
Coriin 330.
Cylinderdarren 675.

D.

Dächer der Siedehäuser 794.
Dachgradirung 464, 524, 548.

Digitized by Google

Dahmeit 429.
Damm 499.
Dammarlack 958.
Dammflügel 507.
Dammschaufel 603.
Dammwehr 500.
„ , Dürnberger 505.
„ , gemeines 505, 506.
„ , offenes 505.
„ , Salzkammerguts- 508.
Dampf beim Sieden 611.
Dampfheizung 797.
Dampfmantel, s. Dunstfang.
Dampfpfannen 752, 797.
„ für Grobsalz 647.
„ bei Rundpfannen 833.
Dampfschlot, s. Dunstschlot.
Dampfsiedepfannen 750.
Dampfsiedung 800, 931.
„ in England 801.
„ „ Nordamerika 805.
„ mit Vakuum 894.
Dampftrockenpfannen 750, 799.
Dampftrocknung 747.
Dampfwärme 894.
Darmsaitenfabrikation, Verwendung von Kochsalz 331.
Darmschleimereien, Verwendung von Kochsalz 362.
Darrapparat für Chlorkalium 969.
Darren für Füderl 667.
Decken von Chlorkalium 965.
Deckenbahn, Mulden 661.
Deckenbahnen 742.
Deckgefäfse 966.
Deckladen 611, 740.
Decklauge 966.
Defraudation der Salzabgabe 358.
Deltametall 953.
Denaturirung 347.
„ , Einwände dagegen 350.
„ , Mischapparat 1053.
„ von Siedesalz 696.
Denaturirungsmittel 347.
„ , Verbrauch im deutschen Zollgebiet 351.
Deputatsalz 346.
„ , Steuerkontrolle 354.
Desinfektion 334.
Devon, Salzvorkommen 289.
Diamantbohrer 374, 474.
Dichtes Steinsalz 27, 282.
Dichtigkeit der Kochsalzlösungen 37.
„ „ „ , Maximum 47.
„ „ „ , Verhältnis zum Volumen 51.
Dichtung der Pfannen 726, 729.
Differentialanalyse, Bestimmung von Chlorkalium 1019.
Differentialcentrifuge 865.
Differentialschwimmer 512.
Dismembratoren 444.
Dissipatoren 442.
Doppeldismembratoren 444.
Doppelkeilhaue 401.
Doppelrost 756.
Doppelsalz, schwefelsaures Calciumnatrium 99.
Doppelwerke 508, 511.
Dornengerüst 552.
Dorngradirung 374, 464, 550.
Dornlatten 553.
Dornsäulen 552.
Dornstein 356, 558, 564, 568, 569.
„ , Analysen 570.
Dornwacken 558, 569.
Dornwände 552, 553.
Dornwechsel 565.
Dörrauswüchse 667, 668.
Dörrkammern 752.
„ in Ischl 668, 670.
Dörrkanäle mit ununterbrochenem Betriebe 677.
Dörrknorpel 969.
Dörrkränze 674.
Dörrpfanne 787.
Dörrpflesel 653, 669.
Dossirung 553.
Douglasit 147.
Drehbohrmaschinen von
v. Balzberg 409, 420.
Bornet 415, 426.
Cantin 419.
Elliott 412.
Heise 417.
Lisbeth 407.
Ratschett 411, 426.
Richard 418.
Siemens u. Halske 421, 425.
Staněk u. Reska 410, 426.
Steenaerts (Wickardt) 416.
Thomas 417.
Trautz 420, 425.
Ulrich 414.
Dreiflächengradirung 558.
Druckerei, Verwendung von Kochsalz 329.
Düngegyps 569.
„ aus Pfannenstein 1005.
Düngemehl 338.
Düngemittel, Kaliumsalze 339.
Düngesalz 321, 620.
„ , Denaturirung 348, 352.
„ aus Mutterlauge 1000.
Düngesalze, Bezug in Österreich 365.
„ , kalzinirte 341.
„ , Verbrauch 246.
„ , Zusammensetzung 344.
Dunstdeckel 740.
Dunstfang 740.
Dunstschlot 740.

Digitized by Google

E.

Ebenschürfl 498.
Ebenwehr 504, 506.
Edelsalze 103.
Eigelb, Eiweifs, Einsalzen 335.
Einbruchsalz 321, 388.
Einfriedigung von Salzwerken 353.
Einfuhr von Kochsalz in Deutschland 231.
„ „ „ „ Rufsland 277.
Einlassen der Soole 613.
Einsalzen von Heringen 1049.
„ „ Nahrungsmitteln 334.
Einsaugekasten 507.
Einschlagwerke 500, 513.
Einseihkasten 504.
Einstampfen des Salzes zur Formung 667.
Eis, Salzgehalt 35.
Eisbereitung, Besteuerung des Salzes 358.
„ Verwendung von Kochsalz 333.
Eisberge, Einfluſs auf den Salzgehalt der Meere 11.
Eisen, Abscheidung aus der Soole 546, 633.
„ , analyt. Bestimmung in Soolen 1014, 1018.
Eisenborazit 137.
Eisenglimmer im Stafsfurter Lager 133, 134.
Eisenhütten, Verwendung von Kochsalz 326.
Eisenrost, Entstehung 946.
„ , Schutzmittel 953.
Eisenstafsfurtit 137.
Eisenstücke in Bohrlöchern 377.
Eisgradirung 548, 588.
Eismaschine von *Carré* 996.
Eissalz 255.
Eiweifs zum Reinigen der Soole 92.
Elektrische Beleuchtung 457.
„ Bohrmaschinen 421.
„ Kraftanlagen 262, 456.
„ Salzwage 685, 690.
Elektrischer Strom, Zersetzung von Kochsalz 102.
Elektrolyse zur Bromgewinnung 980.
Elevator für Salz 858.
Endlaugen 345, 978.
„ zur Bromgewinnung 979.
Englisches Salz, Einfuhr in Deutschland 248.
Entleerung der Sinkwerke 500.
Entschädigungen für Unfälle beim Salzbergbau 1038.
Entstehung der Salzlager 163.
Eocän, Salzvorkommen 22.
Epsomsalz 588, 999.
Erblindung der Sinkwerke 500.
Erdgas zu Heizzwecken 753.
Erdreservoire 521, 554.
Erdsalz 8, 20, 303, 321.
Erledigungsschein 354.
Eruptivgesteine, Salzgehalt 8, 19, 172.
Erzeugungswerke 501.
Essigsaures Uranoxyd als Reagens 27.
Etagenrost, *Langen*scher 763.
Explosionen von Grubenwettern 437.
Extragrobsalz 647.

F.

Fabriksalz 257, 321.
„ , Preise in Österreich 363.
Fallröhren 519, 560.
Farbe des Siedesalzes 100, 655, 656.
Farbenfabrikation 324.
Färberei, Verwendung von Kochsalz 330.
Färbung des Salzes 25.
Faschinen 553.
Faseriges Steinsalz 27.
Fässer zur Verpackung 697.
Fässertrocknung 665.
Fafslsalz 673.
Fafsstatt 505.
Fäustel 401, 405.
Fegesalz 322, 356, 620.
Feinkörniges Salz 94, 321, 614.
Feinsalz 642.
Feinsalzpfanne 752.
Feldgestänge 471, 561.
Ferronat als Rostschutzmittel 955.
Fertigverdampfer für Lauge 971.
Fertilizer 988.
Fettstoffe, Verwendung von Kochsalz 328.
Feuchtigkeit der Luft, Einfluſs auf die Trocknung 701.
„ des Siedesalzes 100.
Feuchtigkeitsgehalt der Luft 652.
Feuerbleche, s. Stichflammenbleche.
Feuergase, Zusammensetzung 827.
Feuergewölbe 754.
Feuerküche 612, 785.
Feuerpfanne 752.
Feuerschutzmittel 333.
Feuerseite der Pfannen 723.
Feuerung, Arten 734, 752.
„ , Leistung 757.
„ , oberschlächtige 871.
Feuerzüge 751.
„ , Reinigen 614, 645.
Feuerzungen 734.
Filter in Inowrazlaw 485.
„ bei Seesalinen 603.
Filterpresse für Löseschlamm 974.
Filtriren der Soole 636.
Firnisfarbe als Rostschutzmittel 954.
Firstensalz 321, 388.
Fische, Einsalzen mit Kochsalz 334.
Fishery Salt 321, 615, 641, 642.

Digitized by Google

Flächengradirung 557.
Flachpfannen, Gröfse 721.
„ zur Siedung 719.
„ „ Trocknung 659.
Flammrohrpfannen 812.
Fleisch, Einsalzen mit Kochsalz 334.
Flicken der Pfannen 614, 732.
Flocky Salt 615.
Flugasche 614, 645, 737.
Flüsse, Salzgehalt 14, 984.
„ , Versalzung 319.
Flüssigkeit im Steinsalz 168.
Flufswasser, Analysen 15, 984.
Fohsen 523.
Förderhaspel, elektrischer 433.
Förderung 430.
„ , elektrische 1056.
„ der Kalisyndikatswerke 243.
Förderwagen 430.
Förderzins 318.
Formali 285.
Formsalz 321, 655, 665.
„ , Einfluſs von Glaubersalz 98.
Frauenreuth, Halbgasfeuerung 772.
Frauenreuther Pfanne 720.
Frost, Einwirkung auf Soole 77, 89, 526.
„ bei der Gradirung 559, 563.
„ zur Salzgewinnung 373, 588.
Füderl 321, 655, 665.
„ zu Mahlsalz 696.
„ , Nebensalze 100.
Füllperiode 500.
Futterkräuter, Bedarf an Düngesalz 342.

G.

Gare der Soole 641.
Garstören 613.
Gartenbau, Verwendung von Salz 338.
Gase im Salz 27, 28, 146, 438.
Gasfeuerung 753.
„ bei der Trocknung 668, 671.
„ , Wärmeverbrauch 778.
Gasöfen 768.
„ , Vergleich mit Pultfeuerung 774.
„ , Vorteile 776.
Gebirgswasser 498.
Gedärme, Verwendung von Salz 331.
Gedärmehändler, Salzbezug 362.
Gefahren beim Siedebetrieb 795.
Gefrierpunkt der Kochsalzlösungen 35.
Gefriersalz 284.
Gefrierverfahren beim Schachtbau 380.
Gehaltsformeln, s. Soolgehaltsformeln.
Gekrümmter Zug, Bildungsgesetz nach *Nöggerath* 736.
Gelbes Salz, Analysen 624.
Gelbfärbung des Salzes 615.
Gemüse, Einsalzen 335.
Generalversammlung, Kalisyndikat 242.
Geräte bei der Seesalzgewinnung 601.
Gerberei, Verwendung von Salz 330.
Geschichtliches über Salz 371.
Geschmack, Einwirkung der Kochsalzlösungen 81.
Geschwindstellung 555.
Gesteine, Salzgehalt 21.
Gesundheit, Einwirkung von Salzen 82.
Gewerbesalz 321.
„ , Denaturirung 350.
Gewicht des Siedesalzes 101.
Gewichtsaräometer 535.
Gewindebohrer 403.
Gewinnung des Kochsalzes 369.
„ von Salz im Altertum 372.
Gezähe 401.
„ , Ausbesserung 406.
Glaserit 143.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
Glasfabrikation 325.
Glasurfarbe als Rostschutzmittel 954.
Glauberit 148, 526.
„ , Bildungsverhältnisse 1035, 1036.
Glaubersalz, Bereitung 323, 345.
„ , Bildung von Lagern 183.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
„ , Einfluſs bei Siedesalz 98.
„ aus Kieserit 982.
„ im Kochsalz 616.
„ in Kochsalzlösungen 77, 526.
„ aus Löserückständen 982.
„ „ Mutterlaugen 996, 998.
„ „ „ der Sudsalinen 999, 1002.
„ „ Pfannenstein 1004.
„ bei der Salztrocknung 668.
„ „ Seesalzgewinnung 596.
„ , Vorkommen 310.
„ , Zersetzung mit Chlormagnesium 98.
Glaubersalzseen 290.
Glimmerschiefer 24.
Glockenbau 280, 285, 391.
Glockenmühlen 439, 449, 696, 960.
Glühhitze, Verhalten von Kochsalz 102.
Gourmas 591.
Grade der Soolwagen 535.
Grädigkeit 39.
Grädigkeitsaräometer 537.
Gradirfälle 558.
Gradirung, Arten 547.
„ , Erfolg 562.
„ , Kosten gegenüber Steinsalzauflösung 573, 579.
„ , Leistung 566, 577.
„ von Meerwasser 288, 587.
„ , Produkte 568.
„ am Sonntag 715.
„ , Soolanalysen 568.

Digitized by Google

Gradirung zur Soolreinigung 632.
„ , Verdunstungsfähigkeit 578.
„ , Vorgänge 564.
„ , Witterungsverhältnisse 563.
„ , Zweck. 546.
Gradirverlust 566.
Gradirwandfläche, Gröfse 578.
Gradirwerke, Bedachung 551.
„ , Bespeisung 563.
„ , Dorngerüst 552.
„ , Dornwände 553.
„ , Dornwechsel 565.
„ , Dreiflächengradirung, kombinirte kubische Gradirung 558.
„ zu Dürrenberg 571.
„ , Einlegen der Dornen 553.
„ zu Elmen 570.
„ , Flächengradirung 557.
„ , Formel für Verdunstungsfläche 579.
„ zu Königsborn 572.
„ , kubische Gradirung 558.
„ , Lage 560.
„ , Richtung 562.
„ zu Sooden 572.
„ , Tröpfeleinrichtung 555.
„ , Verdunstung 565.
„ , Verstopfen und Abspitzen 554.
Grainers 806.
*Grainer*system 806.
Graswuchs, Verwendung von Salz 357.
Grausalz 600.
Grenzen der norddeutschen Salzablagerungen 158.
Grobes Salz 321.
Grobkörniges Salz 94.
„ „ , Einfluſs von Chlormagnesium 77, 88, 94, 99.
Grobsalz 321, 614, 642, 646, 647.
„ durch Abdampf 798.
„ , Ausbringen 650.
„ in Dürrenberg 648.
„ , Einfluſs der Jahreszeit 648.
„ , fremde Salze, Einfluſs 648.
„ , Gewinnung 646.
„ , gewöhnliches 647.
„ , Trocknung 664.
„ , „ in Westfalen 643.
Grobsalzgewinnung nach *Brandes* 1058.
Grobsalzpfannen 641, 647, 752.
Grobsalzvakuumpfanne 882.
Grubenletten 503.
Grubenstock 506.
Grubenwasser 435.
„ , Wältigung 1052.
Grubenwehr 505, 506.
„ , Aussee 508.
Grundeigentümer, Recht an Salz 312, 314, 317.
Grundpreise, Kaliumsalze 240.
Grundschwellen 521.
Grünsalz 255, 391.
Gufsbretter 524.
Gutsoole 559, 568.
Guttapercha zu Pumpenschläuchen 958.
„ „ Pumpenstulpen 470.
„ bei Soolpumpen 470.
Gyps, Ansätze in Bohrlöchern 478.
„ , Bildungsverhältnisse 1035.
„ , Einfluſs bei Kohlensäure 80.
„ im Kochsalz 96, 616, 618.
„ in Kochsalzlösung 1026.
„ , Löslichkeit 90, 565.
„ in Salzflüssen 17.
„ , Umwandlung in Anhydrit 27, 618.
„ , Verhalten in Soolen 90.
„ , Wärmedurchlässigkeit 25, 103.
Gypsschlamm bei Grobsalz 648.

H.

Halbgasfeuerung 770.
Hallerde 618.
Halloren 1025.
Halsschmerzen, Verwendung von Kochsalz 337.
Hammerbeil 402.
Handelssalz 348, 356.
Handfäustel 401.
Handkarren 430.
Handpressen zur Brikettirung 678.
Handschrämmaschine, *v. Balzberg* 400.
Hanfsalz 255.
Hängeeisen 735, 740.
„ , Verkleidung 743.
Härte des Steinsalzes 25.
„ von Trinkwasser 83.
Härtemischung 327.
Härten von Stahlwaren 327.
Hartsalz 135, 139.
„ , Verarbeitung 976.
Haselgebirge 159, 249, 373, 495.
„ , Ausgewinnung nach *A. Aigner* 1057.
Haspel zum Magaziniren 661.
Haueisenhülse 405.
Häuerarbeiten 395.
Hauptöffen 498.
Hauptpüttenoffen 498.
Hauptschachtricht 497.
Hauptschwinge 472.
Hauptsturmstrebe 552.
Hausschwamm, Verwendung von Kochsalz 357.
Häute, Konservirung 330.
Heidengebirge 249, 502.
Heilzwecke, Verwendung von Kochsalz 335.
Heintzit 144.
Heifsluftdörrung 671.
Heizmittel beim Salzsieden 752.
Heizwert der Brennstoffe 707.

Digitized by Google

Heizwirkung beim Salzsieden 707.
Herd 645, 734.
Herde in Galizien, Unterwölbung 740.
Herdmauerung, Isolirung 794.
Herdtrocknung 659.
Heringe, Einsalzen 1049.
Himmel, Sinkwerk 495, 499.
„ , Schlufsfläche 502.
Himmelsnagel 512.
Himmelsverätzung 499.
Hinghaken 720.
Hochofengase zur Heizung 752, 753.
Hochofenschlacke zur Heizung 752.
Holz, Konservirung 331.
Holzborde bei Trockenpfannen 748.
Holzbrand, Salzausbringen 798.
„ beim Salzsieden 753.
Holzfeuerung 764, 767.
Holzhorden 662.
Holzkübel zum Ausschlagen des Salzes 656.
Holzleder zur Verpackung 687.
Holzpfanne mit Flammröhren 812.
Holzrechen 660.
Holzverbrauch beim Salzsieden 703.
„ bei Stöckelsalz 673.
Horden 655, 662.
Hordentrocknung 662.
„ in Georgenhall 663.
„ „ Lüneberg 663.
Hornblendeschiefer 24.
Hornstatt 505.
Hornstattoffen 506.
Hövelit 135.
Hubrohr bei Pumpen 469.
Hubzähler 526.
Hunde 430.
Hungerstein 617, 631.
„ , Analyse 626.
Hurmanen 321, 665, 673.
Hüttenprozesse 325.
Hydroborazit 130.
Hydrohalit 78, 102.
Hydrometer 527.
Hydrostatische Wage 541.
Hygrometer 652.
Hygroskopie des Salzes 701.

I.

Indischer Salpeter 370.
Industriesalz 253, 321.
Inferior Rock 270.
Insektenstiche, Verwendung von Kochsalz 337.

J.

Jagdsulze 252.
Jas 590.
Jod, analytische Bestimmung in Soolen 1011, 1017.
Jod im Meerwasser 1025.
Jodsalze in Soolen 93.
Jutesäcke für Salz 697.

K.

Kainit 138, 159, 162.
„ , analytische Untersuchung 1020.
„ , Bildungsverhältnisse 1030, 1034.
„ zur Düngung 340.
„ in Österreich 365.
„ , Verarbeitung auf Potasche 1061.
Kalfaterung 523.
Kaliastrakanit, Bildungsverhältnisse 1030.
Kaliborit 144.
Kalimagnesia, gereinigte 340.
Kalisyndikatswerke 241.
„ , Förderung und Absatz 243.
Kalium, analytische Bestimmung 1018.
„ , Bestimmung in Kaliumsalzen 1019.
„ , chlorsaures 994, 998.
„ , schwefelsaures, hochprozentiges 993.
Kaliumbedürfnis der Pflanzen 341.
Kaliumbestimmung, Verfahren in England 1023.
Kaliumdüngesalze, Preise 241, 243.
„ , Zusammensetzung 344.
Kaliumfabrikate, konzentrirte 339.
Kaliumhydrat 345.
Kaliumhydrotartarat 1024.
Kaliumindustrie, Abgänge 984.
„ , Entwicklung 989.
Kaliummagnesium, kohlensaures 341, 989.
„ , schwefelsaures 976, 985.
„ , schwefelsaures, Bildungsverhältnisse 1031.
„ , schwefelsaures, aus Mutterlauge 1002.
„ , schwefelsaures, Verkaufsbeding. 993.
Kaliumnatrium, schwefelsaures 143, 150.
„ , „ , Bildungsverhältnisse 1031.
Kaliumperchlorat 1024.
Kaliumpikrat 1024.
Kaliumplatinchlorid 1021.
Kaliumrohsalze, Auflösung 960.
„ zur Düngung 343.
Kaliumsalpeter in Kochsalzlösung 77.
Kaliumsalzbergwerke 211.
Kaliumsalze, Besteuerung 347.
„ , Bezug in Österreich 365.
„ in Galizien 158.
„ , Geschichtliches 104.

Digitized by Google

Kaliumsalze, Gewinnungsrecht 313.
„ in Hannover 151.
„ , konzentrirte 341, 343.
„ in der Landwirtschaft 339.
„ , mehrf. Lagerung 156, 199.
„ , Preise 243.
„ , Probenahme 1054.
„ , Schachtanlagen 116.
„ bei Staßfurt 126.
„ , Verarbeitung 958.
„ , Verkaufsbedingungen 992.
„ , Vorkommen 103, 258.
Kaliumsalzfabrikate, Absatz 244.
Kaliumsalzlager, Abbau durch Auslaugung 1052.
„ , Lagerung 123.
„ , hannöversche 123.
„ in andern Ländern 163, 281.
Kalium-Wismut-Hyposulfit 1024.
Kaliwerke, Verkaufssyndikat 991.
Kalkmilch zur Reinigung 87, 634.
„ als Rostschutzmittel 957.
Kältemischungen 33, 328, 332.
Kaltlager der Pfannen 645.
Kalziniren von Kieserit 981.
„ „ Schlamm 976.
Kalziniröfen 968.
Kalzinirte Düngesalze 341.
Kammerbau, Wieliczka 256, 391.
Kanaldarren 653, 672, 675.
„ , Wärmeschutz 677.
Kandeln 518.
Karbonisirung 329.
Karborundum 325.
Käse, Einsalzen 335.
Kastenvorwärmer 822.
Kathodenstrahlen, Einfluß auf Salz 26.
Kegelmühlen 439.
Kehre 495, 505.
Kehrsalz 322, 617.
Keilhaue 395, 405.
Kernbohrung, Schutzbüchse 377.
Kernfänger 375.
Kernsalz 249, 252.
Kessel zum Salzsieden 300, 719.
Kesselpfanne, Ausführungen 816.
„ , *Fläschendräger* 814.
„ , Saginawthal 814.
Keuper, Salzvorkommen 23, 157, 167, 169.
Keupersalze, Bildung 197, 1027.
Kieselfluorkalium 1024.
Kieselfluorwasserstoffsäure als Reagenz 27.
Kieselsäure in Soolen 93.
Kieserit 132.
„ , Bildungsverhältnisse 1030, 1031, 1034.
„ zur Düngung 340.
„ , kalzinirt, gemahlen, Verkaufsbedingungen 993.
Kieserit aus Laugerückständen 963.
„ , Verarbeitung 981.
Kieseritregion 131.
Kieseritsteine 959, 981.
Kiesfilter 485.
Kilogrammigkeit 39, 533.
„ , Formel 57.
Kilogrammigkeitsaräometer 537.
Kippgefäße 527, 529.
Klärkasten 484.
Klärpfanne 809.
Klärschlamm 345.
Klopfbühne 674.
Kluftsalz 255.
Knistersalz 27, 255.
Kochsalz beim Ackerbau 5.
„ , Bedeutung bei den Völkern 7.
„ , Benennung 7.
„ , Bestandteil des Blutes 5.
„ , Bezeichnung 3.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
„ , chemisch reines 78.
„ , Dichtigkeit, Maximum, Formel 47.
„ „ , spec. Gewicht 37.
„ „ , Veränderungen 53, 58.
„ in der Dyas 23.
„ , Eigenschaften 93, 101.
„ , Ein- und Ausfuhr in Deutschland 231.
„ , Ernährung 4.
„ , Feuchtigkeitsgehalt 100.
„ in den Flüssen 14.
„ „ Gesteinen 21.
„ , gewässertes 882, 889.
„ im Gewerbe 6.
„ , Gewicht 101.
„ , Härte 25.
„ zu Kältemischungen 33.
„ in der Kreide 22.
„ , Krystallisation 25.
„ , Leistungsfähigkeit 36.
„ im Lias 23.
„ in der Luft 14, 1025.
„ für mechanische Zwecke 6.
„ im Meere 9.
„ aus Mutterlaugen 999.
„ in Norddeutschland 24.
„ , Produktion (siehe diese).
„ im Quartär 21.
„ „ Regen 14.
„ „ Steinkohlengebirge 24.
„ „ Tertiär 22.
„ in der Tiernahrung 5.
„ „ „ Trias 23.
„ , Verbrauch des Menschen 5.
„ , „ im deutsch. Zollgebiet 233.
„ , Verfälschung 101.
„ , Vorkommen 8.
„ , Wärmecapacität 36.

Digitized by Google

Kochsalz, Wirkung auf Eisen 989.
„ als Zahlungsmittel 7.
Kochsalzlaugerei 326.
Kochsalzlösung, Gefrierpunkt (Tafel) 35.
„ , Gehaltstafeln 40.
„ , gesättigt, Aufnahme anderer Salze 77.
„ , Prozentgehalt 30.
„ , Raumveränderungen (Tafel) 52.
„ , Sättigung 32, 46.
„ , Siedepunkt (Tafel) 34.
„ , Verdunstungsfähigkeit 36.
„ , Verdunstungsfähigkeit, Formel 47.
„ , Verdunstungsfähigkeit (Tafel) 48.
„ , Wärmebindung 32.
Kofferpfanne 971.
Kogutek 405.
Kohlenrumpf 760.
Kohlensäure, analytische Bestimmung 1008, 1016.
„ , Bindung in Soolen 1006.
„ , Einwirkung auf Kochsalz 78.
„ , Einwirkung auf Salz 951.
„ in Soolquellen 71, 72.
Kohlensäurequellen 115.
Kohlensaure Erden in Salzlösungen 71, 92.
„ Salze bei der Gradirung 564.
Kohlensaures Calcium, Zersetzung der Chlorsalze 79.
„ „ im Meerwasser 80.
„ Eisen und Mangan in Soolen 92.
Kohlenwasserstoff im Salz 26, 27, 130, 438.
Kokofengase zur Heizung 752, 754.
Kolbenstange, Soolpumpen 470.
Kolberger Gradirwerk 552, 554.
Komprimirter Sprengsalpeter 429.
Konservirung 330.
Konsortialsalz 364.
Kontrolle der Salzgewinnung 353.
„ „ Salzsteuer 347.
Kontrollgebühr 347.
Konventionen 238, 247.
Konversionssalpeter 370.
Kopatzenkeile 405.
Körbe zum Salzausschlagen 658.
„ „ Salztrocknen 643, 664.
Koren 581.
Körniges Steinsalz 27.
Körnung des Salzes 646.
Kosten der Steueraufsicht 355.
Kot 611, 612.
Kraftanlagen, elektrische 456.
Krappfärberei 328.
Kratzeisen 838.
Kratzer 838.
Krätzer 403.
Kratzerde 616.
Kredit der Salzhändler 237.
„ auf Salzsteuer 355.
Kreide, Salzvorkommen 22, 301.
Kreiselpumpe zur Soolhebung 603.
Kreiselwipper 960.
Kreisveröffnung 498.
Kreuzbrenner bei Gasfeuerung 773.
Kreuzniete 725.
Kreuzrost 757.
Kreuzveröffnung 498.
Kronenbohrer 474.
Krücken 603.
Krücksalz 613, 616, 631.
„ , Analyse 625.
„ zu Viehsalz 697.
Krückvorrichtungen 830, 835.
Krugit 149.
„ , Bildungsverhältnisse 1035.
„ zur Düngung 340.
Kryohydratische Temperatur 185.
Krystallisation 25.
Krystallisirkasten 964.
Krystallsalz 249, 255, 321.
„ , Analyse 204.
Kübeln des Salzes 661.
Kübelwagen 661.
Kubizirung von *Baader* 527.
„ „ *Eytelwein* 532.
„ durch Röhrenausfluſs 531.
„ von *Rollmann* 528.
Küche 612.
Kufen 666.
Kulissengradirung 548.
Kunstdünger in Österreich 365.
Kunsteisbereitung 332.
Kunstgestänge 470.
Kunstkreuz 470.
Kunstturm 470.
Kupfer, Einwirkung von Salz 949.
Kupferschieferflöz, Bildung 193.
Kurbelstofsbohrmaschine 424.
Kuxe, Werte 122.

L.

Labkäse, Verwendung von Kochsalz 335.
Labstube 643, 657, 666.
Ladestock 404.
Lagoas 310.
Lagune 287, 304, 307, 308, 590.
Laist 496, 499.
Laistwehre 503.
Landwirte, Salzbezug 355.
Landwirtschaft, Düngesalze, Verbrauch 246.

Digitized by Google

Landwirtschaft, Verwendung von Kochsalz 338.
Langbeinit 141.
„ , Bildungsverhältnisse 1030, 1034, 1036.
Längenriegel 523.
Langoffen 499, 507.
Large grained Salt 615.
Larven beim Dorngerüst 552.
Laufbretter bei Pfannenmänteln 742.
Lauge, Abklären 962.
„ d. dritten Krystallisirkasten 973.
„ , Verarbeitung 971.
Laugerückstand 963.
Laugwerke 495.
Laveries 588.
Lebergebirge 250.
Leckbühne 612.
Lecken der Pfannen 733.
Lecksteine 321, 338, 348, 356, 455.
Lederfabrikation, Verwendung von Kochsalz 330.
Ledrette 687.
Leinöl bei Trockenpfannen 748.
Leistung der Feuerungen 757.
„ „ Pfannen 648.
„ verschiedener Pfannensysteme 811.
„ beim Siedebetriebe 702, 706.
Leitungsfähigkeit der Kochsalzlösungen für Wärme 36.
Lenkerstange 472.
Leonit, Bildungsverhältnisse 1030, 1034.
Leopoldit 135.
Leopoldshaller Gestell f. Bohrmaschinen 415.
Lesetisch 439.
Lettendammwehr 508.
Lettendreschen 503.
Lettengerüst 508.
Lettenpüttenwehr 508.
Lettenverstauchung 509.
Lettenwehre 503.
Leways 299.
Licenzgebühr in Österreich 362.
Lignit als Heizmittel 753, 775.
Liman 590.
Limitosalz 362, 364.
Lithium, analytische Bestimmung 1016, 1018.
„ im Salz 583.
„ , Stafsfurter Lager 134.
Löhne beim Salzsieden 707, 712.
Lösekessel 960.
Löserückstände 345, 982.
Löseschlamm 345, 974.
Löslichkeit des Kochsalzes in Alkohol 25, 26.
„ „ „ , Formel 30.
„ „ „ in Wasser 25, 30.
Lötigkeit 39.
Lötrohr, Verhalten des Kochsalzes 25.
Löweït 143.
„ , Bildungsverhältnisse 1034.
Löwigit 134.
Luft, erhitzte, zur Verdampfung 877.
„ , Salzgehalt 14.
„ , Wasseraufnahme 651.
Luftbehälter in Heilbronn 427.
Luftdruckpumpe von *Claus* 479.
Lufterhitzung bei Centrifugen 864.
„ zum Trocknen 852.
Luftgraben 720.
Luftstöcke 520.
Lufttrocknung 650.
Lumpsalt 321, 615, 655, 665.
„ zu Tafelsalz 696.

M.

Magazine 611.
„ , Lage 699, 785.
Magaziniren 613.
Magazinirung 697.
Magnesia 345.
„ alba 999, 1003.
„ bei Formsalz 668.
„ aus Mutterlauge 999.
„ usta 1004.
Magnesiacement 345, 379, 495.
Magnesium, analytische Bestimmung 1014, 1017.
„ , kohlensaures, aus Mutterlauge 996, 999, 1002.
„ , schwefelsaures, $^5/_4$fach gewässertes 1035.
„ , schwefelsaures, 6fach gewässertes 1031.
„ , 7fach gewässertes 1031.
„ , 5 „ „ 1031.
„ , 4 „ „ 1031.
„ , 2 „ „ 1035.
„ , schwefelsaures, aus Mutterlauge 995, 997, 1004.
Magnesiumhydroborazit 135.
Magnesiumsalze 103.
„ , Einfluſs auf Körnung 648.
„ , Verarbeitung 958.
Mahlsalz 257.
„ aus Füderl 696.
Mamanit, Bildungsverhältnisse 1035.
Mammutpumpe 480.
Mangan, analytische Bestimmung 1018.
Mannesmannröhren, Bohrungen 376.
Mannocitin, Rostschutzmittel 954.
Marais salants 589.
Marinhas 280, 589.
Markscheide, Sicherheitspfeiler 435.
Marunta 286.
Maschinenbetrieb durch Sooldampf 943.
Maschinendampf f. Röhrenpfannen 803.
„ zur Salzsiedung 941.

Digitized by Google

Maschinenfabriken, Verwendung von Kochsalz 326.
Maschinenpfannen 719.
Material der Pfannen 724.
Meer, salzfrei 169.
Meerespflanzen 165.
Meeresströmungen, Einfluſs auf den Salzgehalt 10.
Meersalinen 260, 269, 280.
„ , Bedingungen für Anlegung 603.
Meersalz in Südafrika 309.
Meerwasser, Abgaben in Österreich 364.
„ , Analysen 12, 13.
„ zur Auflösung 487.
„ , Bildung der Salzlager 171, 189.
„ , Gewicht 10.
„ , Gradirung 288, 587.
„ , Jodgehalt 1025.
„ , Salzgehalt 9, 12, 461.
„ , „ , Unterschiede 10.
„ , Salzgewinnung 587.
„ , Verdampfungsversuche 175.
„ , Versiedung 587.
„ , Vorgänge bei Verdunstung 606.
Meiſselbohrer 401.
Messing, Einfluſs von Salzen 950.
Meſsgefäſse 527.
Meſskasten 527.
Meſstrog 529.
Metalle, Verhalten in Salzlösungen 946.
Metallfarben als Rostschutzmittel 954.
Metamorphosen von Salzen 169.
Mikroskop, Nachweis des Kochsalzes 27.
Mineralien des Steinsalzes 150, 151.
Mineralölfabriken, Verwendung von Kochsalz 328.
Mineralsalze im Deutschen Reiche, Produktion 1894 222.
Mineralwasser zu Trinkkuren 326.
Minutien 397.
Miocän, Salzvorkommen 22, 281, 294, 299.
Mischsalze 996.
Mifsbrauch der Salzverwendung 358.
Mitteldeutscher Salinenverein 247.
Mittelfeines Salz 321.
Mittelgrobes Salz 94, 321, 614, 647.
Mittelkörniges Salz 94, 614.
Mittelmeer, Salzgehalt 11, 12.
„ , Verdunstung (Tafel) 177.
Mittelsalz 644.
Mittelschlächtige Feuerung 718.
Mittelsoole 559.
Mohnsalz 255, 394.
Molter 674.
Monopol 312, 361.
Monopolgebiete in Österreich 362.
Montejus 972.
Moorkulturen 342.
Mort 591.
Muant 592.
Mühlen für Salz 694.
Mühlenanlage, Berlepschschacht 447.
„ , Friedrichshall 450.
Münze, Salz 303, 304.
Muschelkalk, Bildung der Salzlager 197.
„ , Salzvorkommen 23.
Mutterlauge 619, 631.
„ , Analysen 628.
„ , Ausschöpfen 643.
„ zu Bädern 1000.
„ , Besteuerung 357.
„ , Dürrenberg 1002.
„ , Einfluſs auf Salzkörnung 88, 94, 99.
„ von Glaubersalz 998.
„ , Kaliumsalze 971.
„ aus Krystallisationskasten 973.
„ von Meerwasser 607.
„ , Neusalzwerk 1003.
„ , Salzuflen 1002.
„ , Schönebeck 1002.
„ von Seesalinen 994.
„ bei Seesalzgewinnung 373, 595.
„ im Siedesalz 97, 100.
„ der Sudsalinen, Verarbeitung 999.
Mutterlaugenextrakt von Friedrichshall 1000.
„ von Reichenhall 1001.
Mutterlaugensalze 103, 322, 620.
„ , Ablagerung 181.
„ , Bildung der Salzlager 179, 195.
Muttersoole 619.

N.

Nachgangssalz 644.
„ zu Füderln 667.
Nachschlagen von Soole 613, 639, 643.
Nachtrocknen des Salzes in Magazinen 659.
Nageleisen 402.
Nahrungsmittel, Einsalzen 332.
Natrium, analytische Bestimmung 1015, 1018.
„ , schwefelsaures, aus Mutterlauge 995.
„ , „ , bei Sudsalinen 999.
Natronsalpeter 309.
„ in Kochsalzlösungen 77.
Natronseen 302.
Naturalstücke 393, 397.
Naturlab 335, 347.
Natürliche Soolen, Bestandteile 70.

Digitized by Google

Natürliche Soolen, Gehaltstafel 62.
„ „ , Herkunft 69.
Nebenbestandteile, Löslichkeit d. Kochsalzes 76.
„ der Soolen 70.
„ des Steinsalzes 28.
Nebenprodukt, Kochsalz 370.
Nebensalze im Kochsalz 96, 373, 616.
„ beim Verdampfen der Soole 83, 630.
Neckarsalinenverein 249.
Nettogewicht des Salzes 346.
Neusilber, Einwirkung von Salzen 950.
Niete für Pfannen 725.
Nietung, versenkte 726.
Norddeutsche Salinenvereinigung 248.
Norddeutscher Salinenverband 247.
Notstände, Salzabgabe 346.
Nutzwirkung der Gradirung 566.

O.

Oberbärort 667, 724.
Oberbassin 555.
Oberhalter 552.
Oberschlächtige Feuerung 718.
Obersilur, Salzvorkommen 24.
Obst, Einsalzen 335.
Ochsenblut zur Reinigung der Soole 634.
Offen 497.
Offenmittel 498.
Offensäuberung 509.
Offenwässerung 498, 509.
Ölfabrikation, Verwendung von Kochsalz 328.
Organische Bestandteile, analytische Best. 1014.
„ „ der Soolen 72, 88, 91, 632.
„ „ im Staßfurter Lager 134.
Organismen in Salzlagern 168, 254.
Orgelstempel 384.
Örterbau, Wieliczka 257.
Osensäule 720, 1059.
Ozeanwasser, Zusammensetzung 175.

P.

Packraum 785.
Papierdüten, Salzverpackung 698.
Papierfabrikation, Verwendung von Kochsalz 329.
Parallelveröffnung 498.
Partènement 593.
Patentblau, Denaturirung 350.
Patentpulver 428.
Patioprozeſs, Verwendung von Kochsalz 325.
Patronen 404, 428.
Pech, Soolreinigung 92.
Pehrstatt, s. Bärstatt.
Pennsylvanisches Bohren 474.
Peressip 590.
Perliken 405.
Perlsalz 255, 394.
Perm, Salzvorkommen 24.
Petroleum zur Heizung 752.
„ im Steinsalz 285.
Petroleummotor 479.
Pfannen, Arten 718.
„ , Blech und Niete, Bedarf 733.
„ , Bordbleche 729.
„ , Größe 721.
„ aus Guſseisen 731.
„ , Lecke, Dichtung 726, 729, 733.
„ , Material 724, 732.
„ , Rostschutz 731.
„ , Tafeln 724.
„ , Vernietung, Soóvár 727.
„ , Versteifung 729.
„ , Vor- u. Nachteile d. Größe 722.
„ , Zinkschutz 731.
Pfannenblech, Verbrauch, Salzsieden 707.
Pfannenbord 723.
Pfannengruppen 785.
„ , Vor- u. Nachteile 790.
Pfannenhammer 646.
Pfannenkern 321.
Pfannenkernverwässerungsstube 720.
Pfannenlecke 645.
Pfannenmantel 740.
„ , eisernes Gerüst 745.
„ , flacher 656.
„ , Form, Einfluſs auf Trocknung 656.
„ , freistehender 793.
„ , Galizien 741.
„ , Gerüst 743.
„ , Salzausschlagen 656.
„ , spitzer 741.
Pfannensteher 720, 734.
Pfannenstein 321, 356, 627.
„ , Ausbrechen 656.
„ zu Düngegyps 1005.
„ „ Glaubersalz 1004.
„ , Leckstein 646.
„ , Soolanreicherung 98.
„ , vermahlener 696.
Pfeilerbau 383.
Pferdeförderung 257, 270.
Pfiesel 654, 668.
Pflanzendüngung 5, 338.
Pfündigkeit 39, 51, 533.
Pfündigkeitsaräometer 537.
Phasen der Salzlagerbildung 174.
Phosphorsaures Kalium, Düngung 341.
„ dreifach Natrium, Soolreinigung 93.
Pikotje 581.
Pikromerit 138, 141.
„ , Bildungsverhältnisse 1030.
Pilgen 468.

Digitized by Google

Pilot 592.
Pinnoit 144, 146.
Planpfanne zum Salzsieden 719.
Planrost 753, 754.
„ von *Mörth* 759.
Plantagensalpeter 370.
Platinchlorid, Reagenz 27, 1015, 1023.
Platinchloridlösung, Kaliumbestimmung 1023.
Platinfarben, Rostschutzmittel 954.
Plattendolomit 24, 184.
Plattenerhitzer 907.
Playa 170.
Plombirung, Salzsäcke 700.
Plutonische Bildung, Salzlager 163.
Polirschaufel 667.
Polizeiverordnung für Salinen 795.
Polizeivorschriften, Salzbergbau 1050.
Polyhalit 130.
„ , Bildungsverhältnisse 1035.
„ zur Düngung 340.
Polyhalitregion 130.
Pomeroymethode, Dampfsiedung 807.
Porphyr 24.
Potasche 345.
„ nach *Leblanc* 989.
„ aus Mutterlauge 1000.
Prahme, Salzbeförderung 594.
Pranft 723.
Preis für Salz 237, 243, 276.
Preisermäßigung, Salz, Österreich 363.
Preisvergünstigung 240.
Preßluft zu Bohrungen 427.
Pritsche 554.
Pritschengradirung 548.
Probenahme 453, 1054.
Probenehmer, *C. Geißler* 1054.
Probestecher 970.
Produktion, Bayern 216.
„ , Bosnien, Salinen 267.
„ , deutsche Salinen 217.
„ , England 272.
„ , Frankreich 269.
„ , Galizien, Salzwerke 258.
„ , Italien 283.
„ , Kochsalz und Kaliumsalze, Deutschland 221.
„ , Österreich, Meersalinen 260.
„ , „ , Salzwerke 253.
„ , Rußland 276.
„ , Salze aus wässeriger Lösung 225.
„ , Sibirien 292.
„ , Siebenbürgen, Salzwerke 266.
„ , Staatssalinen Preußens 220.
„ , Staßfurter Salzwerke 202, 303.
„ , Ungarn, Meersalinen 260.
„ , Ver. Staaten Nordamerika 306.
„ , wichtigste Länder 311.
Progressit 429.
Prozentaräometer 537.
Prozentgehalt, Formeln nach *Karsten* 31, 37.
„ der Salzlösungen 30, 31, 37.
Prozentigkeit 533.
Prussian rock 270.
Pseudomorphosen 148, 169.
Psychrometer 652.
Pultfeuerung bei Trocknung 668.
„ , Wärmeverbrauch 778.
Pultofen 753, 764.
Pumpenkolben 469.
Pumpenstiefel 469.
Pumpenstock 469.
Putten 674.
Püttendammwehr 508.
Püttenoffen 505.
Püttenschacht 505.
Püttenstockwehr 508.
Püttenwehr 505.
Putzerstock 667.

Q.

Quartär, Salzvorkommen 21.
Quellen, s. Soolquellen.
Quellenschutz 1047.
Quellsoolen 258.
Querfurtsches Salzbecken 125.
Quetschmühlen 439, 441, 696.

R.

Raffiniren des Salzes 589.
„ von Seesalz 609.
Raffinirtes Siedesalz 596.
Rapa 581.
Rasol 589.
Rauchgase zur Salzgewinnung 875.
Rauchpfanne 752.
Rauchtrockenpfanne 751.
Rauchtrocknung 747.
Raumveränderung der Kochsalzlösungen 54.
Rechtsrheinischer Salinenverband 248.
Rechtsverhältnisse 311.
Reduktionstafel von *G. Grillo* 538.
Reduktionstafeln 10.
Regen, Salzgehalt 14.
Regenspunde, Gradirung 551.
Regulatorcentrifuge 861.
Reichardtit 138.
Reinigung des Salzes 868.
„ „ Seesalzes 596.
„ der Soolen 546, 632, 635, 1058.
„ „ „ , Ätzkalk 88.
Repetiren der Soole 558.
Reservoire 518.
Rheinsalinen, schweiz. 267.
„ „ , Salzrecht 313.

Digitized by Google

Richtlatten 553.
Richtort 505.
Roburit 205, 428.
Rogensteinsattel 124, 138.
Rogensteinvorsprung 124.
Röhren, Dichtungen 519.
„ , Reinigung 520.
„ , Verbindungen 519.
„ , verglaste 521.
Röhrenfahrten 518.
Röhrenpfannen 800.
„ mit Krümmern 806.
„ zum Vorwärmen 801.
Röhrenvorwärmer 823.
„ in Galizien 824.
Röhrl, Ausfluſs (Tafel) 532.
Rohsalze als Düngemittel 988.
Rohsalzwerke 239.
Rollwehr 504, 508.
Rost, Lage 757.
Rost, Schutz bei Pfannen 731.
Rostbalken 760.
Rostbildung 946, 947.
Rostfläche, Verhältnis zur Pfannenfläche 757.
Roststäbe, Fugenweite 758.
Rostwangen 760.
Röt, Salzvorkommen 23.
Rotirender Ofen von *Emilio Gorgo* 929, 1061.
Rotliegendes, Salzvorkommen 23.
Rübenbau, Kaliumbedarf 342.
Rubidium, analyt. Bestimmung 1016, 1018.
„ aus Carnallit 982.
„ im Staſsfurter Lager 134.
Rückstand, analytische Bestimmung in Soolen 1014.
„ von Salzen, Zusammensetzung 1008.
Rückstände, Kaliumindustrie, Düngung 341.
„ , Kaliumsalze, Verwendung 958.
Rührwerk bei Rundpfannen 831.
Rundpfannen 830.
„ , Abdampf für Röhrenpfannen 803.

S.

Säcke zur Verpackung 700.
Sackelevator 970.
Salinas 309, 310.
„ , Argentinien 582.
Saline zu Heilbronn 796.
„ „ Schönebeck 797.
Salinen 230, 1065.
„ , Belegschaft 712.
„ in Deutschland, Übersicht 217.
„ , Lage 797.
„ , Polizeiverordnung 795.
Salinen, Rechtsverhältnisse 319.
Salinenverbände 247.
Salins 589.
Salmiak in Kochsalzlösung 77.
Salometer 540.
Salose, unreines Salz 282.
Salpetersaures Kalium zur Düngung 341.
Salt-Lake 170.
Salt-Pans 170.
Salt upon salt 589.
Salz in Flüssen 984.
Salzabfälle 356.
Salzabgabe, Befreiung 1048.
Salzablagerungen, ozeanische, Bildungsverhältnisse 1027.
Salzaufschlüsse, Geschichtliches 104.
Salzausbringen bei Holzbrand 798.
Salzausfuhr aus Deutschland 221.
Salzaustragevorrichtungen 830.
Salzband 397.
Salzbeete 593.
Salzbenennung 321.
Salzbergbau, Gefährlichkeit 1038.
„ , Polizeivorschriften 1050.
„ , Unfälle 1038.
Salzbergwerke 116, 122, 211, 1063.
Salzbesteuerungsrecht, Deutsches Reich 360.
Salzbezug durch Landwirte 355.
Salzbezugsberechtigungsschein 355.
Salzbildner 1005.
Salzblöcke 665.
Salzböden 594.
Salzbohrungen 1049.
Salzbrechen 581.
Salzbrikettirung 678.
Salzbrocken, Zerkleinern 693.
Salzbrockenthon 256, 394.
Salze, analyt. Bestimmung in Soolen 1013.
„ , chem. Untersuchung 1005, 1016.
„ aus wässeriger Lösung, Prod.-Übersicht Deutschlands 225.
Salzfang 857.
Salzfegen 693, 696.
Salzformation bei Staſsfurt 127.
Salzfunde 113.
Salzgärten 373, 589, 590.
Salzgebirge der Alpen 249.
„ „ „ , Bildungsstufen 251.
Salzgehalt des Bodens an der Meeresküste 5.
Salzgehaltsformeln 37.
Salzgewinnung durch Abkühlung 880.
„ in Afrika 300.
„ „ Ägypten 302, 1046.
„ „ Algier 301, 1041.
„ „ Asien 289.
„ „ Bosnien und Herzegowina 267, 1040.

Digitized by Google

Salzgewinnung in Bulgarien 286.
„ „ Buchara 295.
„ nach *Cantenot* 880, 1060.
„ in China 299, 1045.
„ im Deutsch. Reich 200, 1039.
„ in England 270, 1043.
„ „ Frankreich 268, 1040.
„ „ Galizien 254.
„ nach *Goddin* 886.
„ in Griechenland 288.
„ „ Indien, Britisch 296.
„ „ Hinterindien 299.
„ nach *Hirzel* 882.
„ „ *Kaufmann* 926, 1060.
„ „ *Kolff u. Vis* 922, 1060.
„ in Italien 281.
„ „ Japan 1046.
„ „ Marokko 300.
„ „ Österreich 249, 1040.
„ „ Persien 294, 1044.
„ „ Portugal 280.
„ nach *Pick* 925, 1060.
„ in Rumänien 285.
„ „ Rufsland 272.
„ „ der Schweiz 267, 1041.
„ „ Siebenbürgen 262.
„ „ Spanien 279.
„ „ Transkaspien 292, 1044.
„ „ Togo 304.
„ „ der Türkei 287, 293.
„ „ Ungarn 260.
Salzgewinnungsmonopol 312.
Salzhandel 311.
Salzhandelsmonopol 312, 346.
Salzhändler 355.
Salzhaut 633, 641, 642.
„ , Einfluſs von Chlormagnesium 77, 88, 95, 563.
Salzkammergut, Salzgewinnung 249.
„ , Düngesalz 621.
„ , Dammwehr, Rollwehr 508.
„ , Soole 644.
Salzklappen 741.
Salzklein 286.
Salzkonvention in England 1044.
Salzkörnung, ungleiche 646.
„ , Einfluſs der Nebensalze 650.
Salzkote 612.
Salzkrücken 639.
Salzläden 744.
Salzlager, alpine, Alter 1040.
„ , Bildung 188, 1027.
„ , „ durch Gesteinszersetzung 169, 186.
„ , „ nach *Keferstein* 164.
Salzlager, Bildung auf plutonischem Wege 165.
„ , „ durch Sublimation 166.
„ , „ aus Tier- u. Pflanzenkörpern 165.
„ , „ aus d. Meere nach *G. Bischof* 167, 187.
„ , „ aus d. Meere nach *C. Ochsenius* 171.
„ , Entstehung in langgestreckten Meeresbecken 192.
„ , Zusammenhang mit älteren geologischen Verhältnissen 190.
Salzlösungen, Wirkung auf Metalle 946.
„ , „ „ Aluminium 951.
„ , „ „ Blei 950.
„ , „ „ Britanniametall 950.
„ , „ „ Eisen 948.
„ , „ „ Kupfer 949.
„ , „ „ Messing 950.
„ , „ „ Neusilber 950.
„ , „ „ Zink 950.
„ , „ „ Zinn 950.
Salzmagazin 697, 785, 793.
Salzmergel 256.
Salzmischung, Trommel von *Kost und Geifsler* 1053.
Salzmonopol, Österreich 361.
Salzmühlen 285, 694.
Salzmulden 603.
Salzpfeiler 614, 737.
Salzpflanzen 290.
Salzpreis 237, 253, 268, 276, 322.
Salzpreise, Österreich 363.
Salzproben 453.
„ , Steuer 1049.
Salzproduktion, s. Produktion.
Salzquellen, s. Soolquellen.
Salzrecht 311.
Salzregal 312, 1048.
Salzregalität, Bedenken dagegen 366.
Salzreinigung 454, 868.
Salzsandstein 255.
Salzsäure, Verwendung von Kochsalz 323.
„ , Nebenprodukt 989.
Salzsäuregas in Kochsalzlösungen 78.
Salzschaufel 642, 660.
Salzschaum 616, 631, 633, 637.
„ , Analyse 625.
Salzschlamm 321, 613, 616, 631.
„ , Analyse 626.
„ als Pfannenbelag 659, 748.
Salzseen 16.
„ , Analysen 20, 21.
„ , Astrachan 17, 275.

Digitized by Google

Salzseen, Ausbeutung 369.
„ , Australien 310.
„ , Bildung in abflußlosen Niederungen 17, 186.
„ , Cypern 294.
„ , Entstehung 19.
„ , Persien 295.
„ , Rumänien 18.
„ , Sahara 302.
„ , Salzgewinnung daraus 580.
„ , Sibirien 289.
„ , Südamerika 18.
„ , Tripolis 302.
Salzstaub, Beseitigung 427.
„ , Schutz 446.
Salzstein 321, 619.
„ , Analyse 627, 631.
Salzsteuer 248, 277, 346, 366.
„ , Ertrag im deutschen Zollgebiet 360.
Salzstöcke, alpine 252.
„ , Galizien 391.
„ , Siebenbürgen 262.
„ , Ungarn 261.
Salzsudbetriebsabfälle in Österreich 365.
Salzsümpfe 301, 590.
Salzthon 147, 159, 185, 252, 255, 281.
Salztisch 659.
Salzträger 661.
Salztrichter 641.
Salztrocknung 847.
Salztrog 674.
Salzverlust bei der Gradirung 566.
„ beim Siedebetrieb 702.
Salzverwendung 322 bis 339.
„ , Zusammenhang von Wasserläufen 1048.
Salzvorkommen:
Arnshall 200, 207.
Artern 200.
Aschersleben 201.
Basel, Schweizerhall 201.
Beesenlaublingen 206.
Berchtesgaden 201, 212.
Bernhardshall 207.
Bleicherode 200.
Château Salins 201.
Deutschland 200.
Dieuze 201.
Dürrheim 201.
Eisleben 200.
Erfurt 200.
Friedrichshall 201, 208.
Hall 201, 207.
Halle 200.
Heilbronn 201, 209.
Inowrazlaw 200, 204.
Jessenitz 200.
Leopoldshall 201.
Lüneburg 200.
Mansfeld 206.
Niederrhein 206.
Salzvorkommen:
Rheinfelden 201.
Rüdersdorf 200.
Schmidtmannshall 201.
Segeberg 200, 206.
Sondershausen 200.
Sperenberg 200, 205.
Staßfurt 200.
Stetten 201, 209.
Stotternheim 200, 204.
Tarthun 201.
Vic 201.
Wilhelmsglück 201, 207.
Württemberg 207.
Salzwage, elektrisch-automatische 685, 690.
Salzwagen 659.
Salzwerke, s. Salzbergwerke.
Salzzoll 248, 253, 277.
Samensalz 255.
Sandsteinplatten zu Trockenpfannen 750.
Sattelboden bei Pfannen 819.
Sattelpfanne 971.
Sättigung bei verschiedenem Druck 32.
„ der Kochsalzlösungen bei verschiedenen Temperaturen 32.
„ der Luft an Wasser 651.
Sättigungsgrad, Formel 46.
Sättigungstemperatur 32, 35.
Säuberrolle 500.
Säuberung 498, 499.
Säuberungsaufzugsgrube 506.
Säuren 1005.
Schaber 667.
Schacht zu Jessenitz, Abteufarbeiten 380, 1049.
Schachtanlagen, Kaliumsalze 116.
„ , neue 122.
Schächte beim Salzbergbau 380.
„ , Wieliczka 256.
Schachtförderung in Heilbronn 431.
Schachtrichte 497.
Schachtwerke 511.
Schachtwerksbetrieb, Ergebnisse 511.
*Schafhäutl*sches Pulver, Zersetzung des Kochsalzes 101.
Schafwollfabrikation, Verwendung von Kochsalz 329.
Scharfkörniges Salz 94, 614.
Schätzelit 135.
Schaufel 403.
Schaum, s. Salzschaum.
Schiebiker (*Szibiker*) Salz 255.
Schiedsgericht, Kalisyndikat 242.
Schießarbeit, Inowrazlaw 205.
Schiffbauereien, Verwendung von Kochsalz 331.
Schiffspech beim Salzsieden 649.
Schiffsproviant, Salzsteuer 359.
Schlägel 405.
„ , Formsalz 674.

Digitized by Google

Schlagende Wetter 437.
Schlamm vom Carnallit 973.
„ , Gradirung 570.
„ , Kalziniren 976.
„ , Salzsiedung 322.
Schlammschaufel 603.
Schlangenbohrer 403.
Schleppe 385.
Schleppsalz 275, 321.
Schlotter, s. Pfannenstein.
Schlucklöcher, Herd 739.
Schmelzbarkeit des Kochsalzes 25.
Schmelzen des Salzes 453, 455, 665.
„ „ „ nach *Lawton und Dodge* 453.
Schmelzpunkt des Kochsalzes 101.
Schmutzsalz 356.
Schneckenbohrer 403.
Schönit 141.
„ , Bildungsverhältnisse 1030.
„ zur Düngung 341.
„ , Gewinnung 985.
Schöpfer, Seesalzgewinnung 603.
Schöpfrad 591.
Schöpfwerke 495.
Schornsteine 784, 785.
„ zum Dampfabzug 799.
Schrägbord 655, 666, 729.
Schrämarbeit 396.
Schrämen 395.
Schräm- und Schlitzmaschinen 399.
Schüttelsieb 445.
„ , Salzsieberei 694.
Schutz der Salzpfeiler 435.
Schutzbohrgemeinschaft 121.
Schutzbohrgesellschaft 111, 113, 115, 246.
Schutzdämme 515.
Schutzmasken 446.
Schwarzdorn 550, 553.
Schwarzes Salz 617.
Schwebe 385, 388.
Schwefel, Staßfurt 131, 134.
Schwefelblüte, Staßfurt 130.
Schwefelkies, Staßfurt 134.
„ , Umsetzung mit Salzwasser 71.
Schwefelsäure, analytische Bestimmung 1002, 1009, 1016.
Schwefelsaure Salze im Trinkwasser 83.
Schwefelsaures Calcium, Löslichkeit 90.
„ „ in Soolen 90.
„ Kalium b. Verdampfen der Soolen 83.
„ Kaliummagnesium zur Düngung 341.
„ Magnesium und Chlornatrium in Frostkälte 77.
„ Magnesium im Meerwasser 607.
„ Magnesium in Soolen 89.
Schwefelsaures Natrium, Doppelsalz mit schwefels. Calcium 96.
„ Natrium im Kochsalz 96.
„ „ b. Verdampfen der Soolen 85.
Schwefelverbindungen, analytische Bestimmung 1017.
Schwefelwasserstoffgas in Soolen 92.
„ im Steinsalz 147.
Schwimmer für Aräometer 540.
Schwingen, Soolpumpen 471.
Sebkha 301; Sebscha 170.
Sedimentgesteine, deren Salzgehalt 9.
Seeluft, Salzgehalt 14, 1025.
Seensalz 275, 321.
Seensalzgewinnung 580, 587.
Seesalinen, Kontrolle in Österreich 364.
Seesalz in Arabien 605.
„ , Brikettirung 688.
„ in Griechenland 597.
„ „ Italien 283.
„ , Nebensalze 100.
„ in Österreich 598.
„ „ Spanien 596.
Seesalzgewinnung, Geräte 601.
Seewasser, siehe Meerwasser.
Seifenfabrikation, Verwendung von Kochsalz 327.
Seifenpulver zur Denaturirung 349.
Seihröhren 504.
Seilbohrer 474.
Seilgradirung 548.
Sel ignifère 587.
„ *marin* 587.
Sels mixtes 595, 995.
Senkflasche 543.
Senkheber 963.
Senkpfannen 647.
Senkwagen 533.
Separatfeuerdarren 668.
Settlers 805.
Setzpfannen 639.
Sicherheitspfeiler 303, 435.
Siderosthen als Rostschutzmittel 955.
Siderosthenöl 955.
Sieberei des Kochsalzes 692.
Siededämpfe 621.
Siedeeinrichtung nach *C. v. Balsberg* 933.
Siedehaus 611.
Siedehäuser, Bauart 791.
„ , Bedachung 787, 794.
„ , Einrichtung 785.
Siedeherdzüge 751.
Siedelot 534.
Siedereibetrieb 610.
Siedeperiode, Dauer 645, 705.
Siedepfannen, Ausbesserung 645.
„ , Bezeichnungen 723.
Siedepunkt der Kochsalzlösungen (Tabelle) 34, 46.
Siedesalz, Bezeichnung 321.
„ , Feuchtigkeit, Farbe 100.

Digitized by Google

Siedesalz, Schmelzen zu Blöcken 666.
„ , Verbrauch im deutsch. Zollgebiete 235.
Siedesalzgewinnung:
Dürrenberg 212, 214.
Egestorffshall 212, 214.
Ernsthall 21
Georgenhall 212.
Halle 212.
Heinrichshall 212.
Italien 282.
Kolberg 212.
Kösen 212.
Kötzschau 212.
Ludwigshalle 215.
Luisenhall 212.
Lüneburg 214.
Neuhall 214.
Salzderhelden 212.
Salzdetfurt 212.
Salze 212.
Salzgitter 212.
Salzhemmendorf 212.
Salzkotten 212.
Salzungen 215.
Schönebeck 212.
Teuditz 212.
Siedesoole 559, 568.
Siedeverlust 702.
Siedung, Heizwirkung 707.
„ , Leistung des Arbeiters 706.
„ , Löhne 712.
„ , Pfannenblechverbrauch 707.
„ am Sonntag 715.
„ , Vorgänge 629.
„ , Wärmeverbrauch 707, 1059.
„ , Wasserverdampfung 705.
Signalanlage, elektrische, Wieliczka 1056.
Simonyit 143.
Sinkwerke, Betrieb 252, 463.
Sinkwerksbetrieb 464, 495, 1057.
„ , Cementverkleidung 1058.
„ , Ergebnisse 510.
„ , Leistungen 510.
„ , Verbesserungen 514.
„ in Württemberg 208.
Sinter 564.
Skalenaräometer 534, 537.
Smulec 255.
Sodabereitung 323.
Sodalager, Einwirkung vulkanischer Kohlensäure 80.
Soggen 613, 641.
„ , Wärmeverbrauch 709.
Soggeperiode 612, 645.
Soggepfanne 634, 640.
Soggeprozeſs 641.
Sohle 495.
Sonnengradirung 464, 548, 647.
Sonnensalz 321, 549, 647.
Sonnensalz, Analyse 624.
Sonnenstrahlen zur Salzgewinnung 926.
Sonnenwerke 588.
Sonntagsruhe auf Salinen 714.
„ , Ausnahmen 717.
Sonntagssalz 615, 630.
Soolbäder 335, 336.
Soolbehälter aus Beton 521.
„ , Bottiche 525.
„ aus Eisen 525.
„ , freistehende 525.
„ , gemauerte 486.
„ , hölzerne 521.
„ , poliz. Vorschriften 795.
Soolbergwerke 396, 463.
Soolbohrlöcher 473.
„ , Nachteile 480.
„ in Schönebeck 579.
„ , Teufe 480.
Soolbrunnen 467.
„ in Schönebeck 213.
„ , Steuerkontrolle 466.
Sooldampf zum Maschinenbetrieb 943.
„ zur Salzsiedung 941.
„ , mehrfache Verwendung 890.
Sooldämpfe 621.
Soole, alte, junge 516.
„ , Analysentafel 74.
„ , Besteuerung 357.
„ , chem. Untersuchung 1005, 1016.
„ , Eigenschaften 28, 69.
„ , Reinigung 1058.
„ von Sinkwerken, Zusammensetzung 516, 517.
„ aus Steinsalz 482.
„ , natürliche, Bestandteile 70.
„ , „ , Eigenschaften 69.
„ , „ , Herkunft 69.
„ , „ (Tabelle) 63.
Soolfänge 551, 554.
Soolgerinne, s. Soolleitungen.
Soolgehaltaformeln 37, 61.
Soolgehaltstafeln 40, 63.
Soolgewinnung 463.
„ durch Aussoolung der Lager 489.
„ in Bernburg 493.
„ „ Schönebeck 489.
„ , Kosten b. Bohrlöchern 579.
„ , „ der Gradirung 579.
„ , „ der Steinsalzauflösung 579.
Soolheber von *Brandes* 543.
Soolhebung aus Bohrlöchern 477.
„ am Sonntag 715.
Soolkammern 464.
Soolkandeln 518.
Soolkasten 552, 554.
Soolleitungen 373, 518.
„ , alpine 252.

Digitized by Google

Soolmessung 526.
Soolörter 464, 490.
Soolproben 543.
Soolpumpen 468, 477.
Soolquellen 30, 175, 186.
„ , natürliche 466.
„ , Temperatur 72.
„ , Verleihung 313.
„ in
Dürkheim 201.
Dürrenberg 200.
Halle 200.
Kissingen 201.
Kösen 200.
Kötzschau 200.
Kreuznach 201.
Lüneburg, Schutzbezirk 1047.
Münster a. Stein 201.
Orb 201.
Philippshall 201.
Reichenhall 201.
Sibirien 289.
Sooden 200.
Sulza 200.
Teuditz 200.
Soolreinigung 632.
„ durch kohlens. Baryum 927.
Soolschächte 463, 467, 488.
Soolschiffe 552, 554.
Soolspindel 533.
Soolsprudel, Kohlensäuregehalt 72.
Soolstandsmesser 512.
Soolstuben 720.
Sooltafeln 37, 40, 62, 63.
Soolverlust 252.
Soolwagen 534.
Speisesalz 321.
„ , Analyse 622.
„ aus Steinsalz 322.
Spezif. Gewicht von Chlornatrium 1026.
„ „ d. Kochsalzlösungen 37.
„ „ der Kochsalzlösungen, Formeln 45.
„ „ der Kochsalzlösungen bei Gegenwart von Nebensalzen 60.
„ „ , Veränderungen bei verschiedenen Temperaturen 38.
„ „ des Steinsalzes 25.
„ Wärme 103.
Spiralbohrer 403.
Spisa-*(Spiza-)*salz 255, 394.
Spitzhacke 395.
Spitzkeile 397, 405.
Spitzkörbe 643.
Sprengarbeit im Salz 406, 1052.
„ , kombinirte, in Wieliczka 398.
Sprengkeile 398.
Sprenglöcher 404.
Sprengmittel 428.
Sprengsalpeter, komprimirter 428. 429.
Sprengwerke für Pfannenmäntel 744.
Spritzverfahren, Soolgewinnung 489.
Spritzwasser 395.
Spurmafs 403.
Staatssalinen, preufs., Produktion 220.
Staffelgradirung 548.
Stahlwaren, Verwendung von Kochsalz 327.
Stampfer 404.
Ständerwerk der Gradirhäuser 552.
Stafsfurtit 136, 144.
„ , Verarbeitung 989.
Steher, s. Pfannensteher.
Steigkasten 506.
Steigröhren 560.
Steinbrecher 439, 440.
Steinigen der Pfannen 612, 645, 733.
Steinkohlengebirge, Salzvorkommen 24.
Steinkohlenlagerbildung 190.
Steinmühlen 439, 442.
Steinsalz, Analysen 29.
„ , Auflösung 464, 482, 1057.
„ , „ , Kosten gegenüber Gradirung 573.
„ in Bayern 1037.
„ , Bezeichnung 321.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
„ , blaues 25.
„ , chemisch rein 28.
„ , Eigenschaften 25.
„ , Pseudomorphosen 148.
„ , Verhalten an der Luft 27.
„ , Verleihung 313.
„ , Vermahlung 439.
„ , „ in Wieliczka 1053.
„ , Vorkommen 8, 26.
„ , jüngeres, Vorkommen 147, 148.
Steinsalzbergwerke in Deutschland, Übersicht 211.
Steinsalzlager, Entstehung 163.
Steinsalzsoole, Bedarf an Steinsalz 488.
„ , Tabelle 489.
Steppe 290.
Steppensalz 8, 16, 20, 321.
Steueraufsicht 352.
„ , Kosten 355.
Steuerfreies Salz, deutsches Zollgebiet 347.
Steuergesetze und Verordnungen 354.
Steuerrückzahlung 359.
Stichflammenbleche 724.
Stöckel 321, 620, 665.
„ , Einfluss von Chlormagnesium 97, 100.
Stöckelsalz 655.
„ , Holzverbrauch 675.
„ , Zweck 673.
Stockwehr 508.
Stofffärberei, Verwend. v. Kochsalz 329.

Digitized by Google

Stollen 495.
Stören 640.
„ , Wärmeverbrauch 709.
Störfeuer 637.
Störperiode 612, 637.
„ , Dauer 645.
Störpfanne 634, 640, 752.
Stofsbohrmaschine 424.
Stöfser 666.
Stofssieb 429.
Stoved Salt 321, 615, 655.
*Stow*sche Welle 421.
Strahlenherd 734.
Strafsenbesprengung, Verwendung von Kochsalz 333.
Streben bei den Gradirwerken 552.
Streber 720.
Strickgradirung 548.
Strohleckwerk 551.
Stubenmessung 530.
Stücksalz (s. Stöckel, Füderl) 257, 265, 285.
Stufenmühle 445.
Sturmstreben 552.
Substituirter Dampf beim Piccardapparat 910.
Süddeutsche Salinenvereinigung 248.
Südfeuerdarren 668.
Südhaus 611.
Südsalz, Bezeichnung 321.
Sulfat 323.
Sulfohalit 25, 1032.
Sumpfkasten 509.
Syenit 24.
Sylvin 135, 159.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
„ zur Chlorkaliumgewinnung 345.
Sylvinit 135, 141.
„ z. Chlorkaliumgewinnung 345.
„ zur Düngung 340.
„ , Verarbeitung 976.
Syndikat der Kaliwerke 238.
Syndikatsvertrag 241.
Syngenit, Bildungsverhältnisse 1035.
Szekler 265.
Szibiker Salz 255.

T.

Tables 592.
Tachhydrit 134, 135.
„ , Bildungsverhältnisse 1029.
Tafelbrikette 684.
Tafelgradirung von *Baader* 547.
Tafelsalz 321.
„ aus *Lumps* 696.
„ , Verpackung 698.
Tagebau 295, 382.
Talari 303.
Taravergütung 346.
Tellertrocknung 752, 849.
Temperatur der Soolquellen 72.
Temperaturerniedrigung bei Lösung von Salzen 32.
Tertiär, Salzvorkommen 22, 281, 287, 290, 294.
Thallium, analyt. Bestimmung 1018.
„ im Stafsfurter Lager 134.
Thenardit 87.
„ , Bildungsverhältnisse 1031.
Thermoaräometer 538.
Thermometerprobe, Chlorkalium 1019.
Thonanhydrit 255.
Thonerde, analyt. Bestimmung 1014.
Thongyps 255.
Thonwarenfabrikation, Verwendung von Kochsalz 324.
Tiefbau 382.
Tiergedärme, Verwendung von Kochsalz 331.
Tonnenlaugeeinrichtung 485.
Totschki 582.
Totsprechen, Sinkwerke 496, 502.
Tragkasten, Salzförderung 662.
Tragmäntel 430.
Tragsäcke 430.
Tragwerke für Pfannenmäntel 744.
Transportschnecken, Salztrocknung 847.
Traufbühnen 656.
„ , fahrbare 657.
Traufkasten 656, 787.
Traunthaler Lignit 775.
Treibfäustel 402.
Treppenrost 753, 759.
„ zu Ebensee 761.
„ , Feuerung 1060.
„ , Neigung 760.
„ , Wärmeverbrauch 778.
Tretwage 602.
Trichterförmiges Salz 641.
Trinatriumphosphat, Soolreinigung 93, 635.
Trinkwasser, Salzgehalt 81.
Trockengewinnung, alpine Salzlager 515.
Trockenherde, österreichische Salinen 661.
Trockenkammern 650.
„ , Erwärmung 663.
Trockenöfen 665.
Trockenpfannen 747, 752.
„ , Belag 659.
„ a. Cementplatten 750.
„ aus Gufseisen 747.
„ aus Kalksteinplatten 750.
„ aus Sandsteinplatten 749.
„ , Verhältnis zur Siedepfanne 751.
Trockenräume 612.
Trocknen von Salz 613.
Trocknung 650.
„ mit Abhitze 655.

Digitized by Google

Trocknung nach *Büttner u. Meyer* 849.
„ in Centrifugen 860.
„ von Chlorkalium 967.
„ durch Dampf 849, 857.
„ , Einfluſs der Befeuerungsart 777.
„ , Einfluſs der Jahreszeit 652.
„ in Fässern 665.
„ bei Gasfeuerung 668.
„ des Grobsalzes 664.
„ auf Horden 662.
„ in Körben 664.
„ an der Luft 654.
„ mit warmer Luft 851.
„ der *Lumps* 656.
„ , mechanische 847.
„ auf Pfannenverdecken 664.
„ bei Pultfeuerung 668.
„ in Trommeln 853.
„ auf Tüchern 850.
Trocknungsarten 650, 653.
Trocknungsluft, Erwärmung 653.
Trommeln zur Vortrocknung 855.
Trommeltrocknung 752, 853.
Trona, vulkanische Kohlensäure 80.
„ , Seen 302.
Tropfbühnen 656.
Tröpfelgradirung 550.
Tröpfelrinnen 555.
Tröpfelvorrichtung 552, 555.
Trübung, Salzauflösung 100.
Tscherep 851.
Tüchertrocknung 752, 850.
Tyroler Pfannen 639, 668, 723, 739.

U.

Übergewicht, spezif. Gewicht 47, 51, 535.
Überhimmel 499.
Überhitzung des Dampfes, Piccardapparat 905, 910.
Überspritzer 642.
Ulmen 495.
Umstreich 721.
Umstreichseite 724.
Umtriebszeit, Sinkwerke 510.
Umwandlungsprodukte 138.
Unfälle beim Salzbergbau und Salinenbetrieb 1038.
Unfallentschädigungen 1038.
Unterbärort 667, 724.
Unterbassin, Gradirung 552.
Unterlagsschienen 659, 749.
Unterpölzen, Sinkwerke 502.
Unterschlächtige Feuerung 718.
Unterwind, Treppenrost 782.
Urannatrium, essigsaures 27.
Uranoxyd, essigsaures, als Reagenz 27.
Urenddarren 668, 670, 720.
Urende 667.
Urmeer, Salze nach *Behne* 172.

V.

Vakuum bei Soolverdampfung 890.
Ventilatoren 436.
Ventilklappen, Soolpumpen 439.
Verarbeitung der Kaliumsalze 958, Produktion 244.
Verätzung 499.
Verätzungsperiode 500.
Verbrauch von Kochsalz im deutschen Zollgebiete 233.
„ auf den Kopf der Bevölkerung 311.
„ von eingeführtem Salze in Deutschland 236.
Verbrauchszwecke 233.
Verdämmungsmaterial 503.
Verdampfungseinrichtung von
Balzberg, v. 877.
Büttner u. Meyer 872.
Cantenot 880.
Courtois u. van Roy 876.
Frasch 880.
Gorgo, Emilio 829.
der Kaliwerke Ascherleben 919.
Kaufmann 926.
Kefsler 891.
Knoop 920.
Kolff u. Vis 922.
Köppen 875.
der *National Salt and Chemikal Company* in New Jersey 878.
Peek 893.
Piccard-Weibel 901.
Pick 925.
Pohl 871.
Pütsch 915.
Rittinger 896.
des Salzbergwerks Neu-Stafsfurt 923.
Schäffer u. Budenberg 899, 912.
Strömer 874.
Vogl u. v. Bechtolsheim 918.
Well 923.
Werotte 871.
Verdecksparren 523.
Verdichtung der Bohrlöcher 378, 1049.
Verdunstung des Meerwassers, Salzabscheidungen 104.
Verdunstungsfähigkeit der Kochsalzlösungen 36, 51, 578.
„ d. K., Formel 47.
„ d. K., Tabelle 48.
„ d. K., Vergleich mit Wasser 50.
Verdunstungsmenge, Gradirung 565.
Verfälschung des Kochsalzes 101.
Vergünstigungen, Salzbezug in Österreich 361.
„ , Salzpreise 240.
Vergütung der Steuer 359.

Digitized by Google

Vergütungsperiode, Sinkwerke 500.
Verkaufsbedingungen, Kaliumsalze 240.
Verkaufssyndikat der Kaliwerke 238, 991.
Verknistern des Salzes 25.
Verladung des Salzes 613, 697, 700.
„ der Salzsäcke 970.
„ in Schiffe 701.
Verleihung auf Salz in Preufsen 313, 317.
Vermahlung von Siedesalz 694.
„ „ Steinsalz 285, 439, 1053.
Vernichtung des Salzes 355.
Vernietung der Pfannen 725.
„ , versenkte 726.
Veröffnung, Sinkwerke 495, 498.
Veröffnungshöhe, Sinkwerke 502.
Verpackung von Briketten 687.
„ „ Chlorkalium 970.
„ , Holländisch-Indien 701.
„ des Salzes 613, 697.
Verröhrung der Bohrlöcher 474.
Verschleifs, Kontrolle in Österreich 364.
Verschleifsämter, Österreich 364.
Verschluſs der Salzräume 353.
Verschneidung, Sinkwerke 497, 502.
Verschnürung der Säcke 700.
Versendungsschein 354.
Versiedung, Sinkwerke 495.
Versteifung der Pfannen 725, 729.
Verstopfen der Bohrlöcher 378.
Versudhöhe, Sinkwerke 502.
Versudmafs, Sinkwerke 502.
Verunreinigung der Flüsse 319.
Verwässerung, Sinkwerke 495.
Verwendung von Steinsalz 322.
Verwiegung des Salzes 613.
Viehfutter, Kochsalz 338.
Viehfütterung, abgabenfreies Salz 1049.
„ , Salzverbrauch 237.
Viehlecksalz 252, s. auch Viehsalzlecksteine.
Viehsalz 321.
„ , Analysen 625.
„ , Denaturirung 348, 352, 696.
„ aus Steinsalz 322.
Viehsalzlecksteine 455, 646.
Viehstand in Deutschland 237.
Vollaushauen der Sinkwerke 498, 514.
Vollaussprengen der Werke 498, 514.
Volumen der Kochsalzlösung, Verhältnis zur Dichtigkeit 51.
„ „ Kochsalzlösungen, Veränderungen bei verschiedenen Temperaturen, Tafel 52.
Volumenveränderung der Kochsalzlösungen 36.
Vorgangssalz 644.
Vorkommen des Kochsalzes 8.
Vorpfannen 809.
Vorsatzbretter 656, 741.
Vorstand des Verkaufssyndikats 242.
Vortrocknung in Centrifugen 854.
„ „ Trommeln 855.
Vorverdampfung von Lauge 971.
Vorwärmer 821.
„ , Reichenhall 798, 825.
Vorwärmpfanne 752, 799.
Vorwärmung der Soole, Vorteile 826.
„ „ „ , Wärmeverbrauch 828.

W.

Wage für Salz, elektrisch-automatische 685, 690.
Walze, Seesalz 603.
Walzen, Salztrocknung 661, 693.
Wärmeaufwand beim Sieden 1059.
Wärmebindung, Kochsalzlösung 32.
Wärmecapacität, Kochsalz 36.
„ , Kochsalzlösung 36, 51, 103, 1025.
„ , Kochsalzlösung, Formel 50.
Wärmeleitung, Kochsalz 27, 638.
„ , Kochsalzlösung 36, 51, 103.
„ , Kochsalzlösung, Formel 50.
Wärmeschutz, Kanaldarren 677.
„ für Pfannenborde 730.
Wärmeverbrauch beim Salzsieden 707, 777.
„ „ Salzsieden, Tafel 710.
„ „ Soggen 709.
„ „ Stören 709.
Wasser, analytische Bestimmung 1007.
Wasserdichter Abschluſs, Bohrlöcher 476.
Wasserdurchbrüche, alpine Salzlager 261, 496.
Wassereinbrüche, Friedrichshall 209.
„ , Wieliczka 256.
Wassergehalt, Kochsalz 95, 322.
Wasserkilogrammigkeit 39.
Wasserörter, Sinkwerksbetrieb 498.
Wasserpafs, Sinkwerk 535.
Wasserpfündigkeit 39.
Wasserräder 473.
Wasserschlitzverfahren 396.
„ , Württemberg 208.
Wasserspritzverfahren 490.
Wasserstoff im Steinsalz 146.
Wässerung, intermittirende 501, 514.
„ , kontinuirliche 501, 514.
„ , Sinkwerke 495.
Wasserverdampfung beim Salzsieden 705.
Wasserwurfschaufel, Soolhebung 602.

Digitized by Google

Wehr, Arten 505.
„ , Sinkwerk 499.
Wehranlagen 502.
Wehrbetrieb, Ergebnis 510.
Wehrbund 508.
Wehrdämme 473.
Wehrfahrtel 509.
Wehrfläche 510.
Wehrhimmel 499.
Wehrkränze 504.
Wehroffen 506.
Wehrröhre 500.
Wehrsohle 499.
Wehrstatt 509.
Wehrulmen 499.
Wehrverschluſs, Hall 509.
Weiſsblechverarbeitung, Verwendung von Kochsalz 326.
Weiſses Salz 614, 631.
Weitungsbau 285, 395.
Weizenstärke, Verwendung von Kochsalz 346.
Wendekrücke 660.
Wenden des Salzes, Trocknung 613, 653, 660.
Werfener Schichten 251.
Werk, Salzsieden 614.
Werke, Sinkwerke 495.
Werksausteilung 502.
Werkshimmel 495.
Werksulmen 495.
Werksveröffnung 495.
Wermutkrautpulverfabriken 348.
Westfälische Salinen, Trocknung 654.
Westfälischer Salinenverband 247.
Wetterführung 436.
Wetterscheider 437.
Wiegeplatz 667.
Wiesenbau, Verwendung von Kochsalz 338.
Windkünste 560.
Windmühlenräder, Soolhebung 601.
Windstreben 552.
Wollwarenfabrik, Verwendung von Kochsalz 329.
Würfelgestalt, Kochsalz 27, 93.
Wurstfabrikation, Verwendung von Kochsalz 331.
Wüstensalz 8, 20, 169, 321.

Z.

Zangen, Soolbehälter 522.
Zangenhölzer 523.
Zapfenlöcher, Gradirung 524.
Zechstein 23.
Zersetzarbeit, Wieliczka 396.
Zersetzeisen 405.
Zersetzhammer 397, 405.
Zersetzung des Kochsalzes 101.
Zink, Einwirkung von Salzlösungen 950.
Zinkschutz 731, 812.
Zinkvitriol, Umsetzung mit Kochsalz 77.
Zinn, Einwirkung von Salzlösungen 950.
Zoll auf Salz 248, 253.
Zout pans 305.
Zuber 256.
Zunder, Gradirung 564.
Zungeneisen 735, 748.
Zutritt zu den Salzräumen 353.
Zweispitze 401.

Digitized by Google

NAMENVERZEICHNIS.

A. Orte, Gebirge, Flüsse, Seen, Werksanlagen.

A.

Aargau, Salzrecht 313.
Abakansk 289.
Abessinien, Salz als Zahlungsmittel 7.
Abingdon 24, 306.
Achenbach-Schacht 126, 384.
Aculeu 309.
Adda 303.
Adelaide, Port 310.
Adelebsen 121.
Aden 294.
Aderstedt 158.
Adriatisches Meer, Meersalinen 260.
Adschidarja 182.
Afrika 300, 317, 584.
Agathe, Schacht, Gewerkschaft 107, 126.
Agosta 283.
Ägypten 302, 1046.
Aigues-Mortes 269.
Aithu 300.
Akna Szlatina 260, 437.
Albanien 287.
Albrechtshall, Bohrgesellschaft 121.
Alcacer do Sal 280, 589.
Aleppo 294.
Alexandershall 120, 121, 122.
Alfeld 119, 152.
Algier 22, 301, 1041.
Alimena 281.
Aller 113, 158.
Alpen bei Mörs 207.
Alsleben 112, 113, 125, 206.
Altaigebirge 289.
Altenhagen 121.
Altomonte 22, 281.
Alvensleben 124.
Amarasee 286.
Amerika, Salzgewinnung 305.
„ , Röhrenpfannen 804.
Amiro 589.
Ampasilava 305, 584.
Anabyssos 288, 597.
Añana 280.
Anchialos 287.
Andalusien 589.
Anden 309, 605.
Anderbeck 110, 116.
Angora 293.
Anhalt, Salzfunde 113.
„ , Salzrecht 312, 315.
„ , Salzwerke 116.
Antivari 287.
Arabien 293, 294, 605.
Aralsee, Salzseen 20, 290.
Arbe 260.
Archangelsk 274.
Arequipa 309.
Argentinien, Salzanalysen 584.
„ , Salzgewinnung 582.
„ , Salzvorkommen 309.
Armenien 22, 293.
Arnstadt 23, 27, 116.
Artern, Salzaufschlüsse 104, 125.
„ , Soolgewinnung 467.
Artos 288, 598.
Arzew 301.
Asam 299.
Aschersleben 109, 116, 120, 128, 201.
„ , Kaliwerke, Verdampf.-Einrichtung 919.
„ , Rogensteinvorsprung 124.
Asien 289.
Assab 303.
Assalsee 303.
Asse 113, 122.
„ , Gewerkschaft 113.
Assu 310.
Astrachan, Salzseen 17, 272.
„ , Seesalzgewinnung 580.
Atacama 309.
Atakpane 305.
Äterna, Bohrgesellschaft 121.
Athensleben 112, 120.
Atlantischer Ozean, Salzgehalt 11.
Atzendorf 120.

Digitized by Google

Aussee, Formation 23.
„ , Gasfeuerung 769.
„ , elektr. Grubenförderung 1056.
„ , Grubenwehr 508.
„ , Metamorphosen 169.
„ , versenkte Nietung 726.
„ , Pfannen 720.
„ , Saline 252.
„ , Salzbrikettirung 1059.
„ , Salzlager 249.
„ , Sinkwerk 506.
„ , Soolspindel 539.
Austin 306.
Australien 310.
Aveiro 280, 609.
Avranchin 588.

B.

Bachmut 24, 163, 272.
Bachtegan 295.
Baco 285.
Baden, Salzrecht 312, 314.
Badenstedt 120.
Baghdad 293.
Baguinskij 290.
Bahia 310.
„ blanca 310.
Bajasid 293.
Baku 276.
Balachna 274.
Bala-Tschen 292.
Balta alba 286.
Baltschik 287.
Bania 159.
Banteln 119, 154.
Bardumkulsche Lager 292.
Bari 590.
Barletta 590.
Barnaul 290.
Barneberg 112, 119.
Baskunčak-See 275, 580.
Bayern, Salzgewinnung 216.
„ , Salzrecht 314, 1048.
„ , Steinsalz 1037.
Beesenlaublingen 113, 125, 206.
Behndorf 117, 158.
Beienrode 113, 117.
Beisk 289.
Belgien 289.
Bengazi 302.
Bengendorf 120.
Beni Abefs 301.
Benthe 122, 154.
„ , Bohrgesellschaft 155.
Benther Berg 119, 121, 154.
Berchtesgaden, Formation 23.
„ , Mutterlauge 620.
„ , Salinenbetrieb 215.
„ , Salzgewinnung 212.
„ , Salzlager 249, 252.
„ , Sinkwerksbetrieb 501.
Berezinsk 274.
Berka a. d. Werra 120, 122.
Berlepsch-Schacht, Mühlenanlage 447.
Bernburg, Saline 215, 612.
„ , Salzaufschlüsse 116.
„ , Soolbehälter 525.
„ , Soolgewinnung 493.
„ , Verband der Steinsalzwerke 238.
„ , Zechsteinbecken 158.
Bernhardshall 115, 118, 207.
Bessarabien 590.
Beständigkeit, Bohrgesellschaft 119.
Betsileo 305.
Bévieux (s. Bex) 267.
„ , Piccardapparat 904.
Bex, Centrifugen 867.
„ , Formation 23.
„ , Salzbergbau 267.
„ , Siedeversuche 844.
„ , Soolgewinnung 488.
Bhartpur 298.
Bilma 302, 585.
Bilshausen 120.
Birkenfeld, Salzrecht 315.
Birket-el-Kerun 303.
Biscaya 589.
Bismarck, Fürst B.-Schacht 117.
Bismarckshall 158.
Bissendorf 120.
Bleicherode 122.
Bochnia, Bohrmaschinen 419.
„ , Formation 22.
„ , Salzbergbau 391.
„ , Salzvorkommen 254, 257.
Bockeloh 118, 119.
Bockenem 119.
Boeydha 303.
Bogdoberg 275.
Bogdosee 18.
Bolcojberg (s. Bogdoberg) 275.
Bolechow 161, 258.
Bolzum 119, 122.
Bonavista 305.
Bonifacyquelle 161.
Boorhat 299.
Börnecke 120.
Bornum 120.
Borovje 291.
Borzinskischer See 289.
Bosnien 249, 267.
„ , Salzgewinnung 1041.
„ , Salzrecht 315.
Bosserville 269.
Bothwell 310.
Bottendorf 125.
Brachfeld 115.
Brasilien 310.
„ , Salzrecht 316.
Braunschweig, Salzaufschlüsse 111, 113.
„ , Salzrecht 312, 315.
Brava 305.

Digitized by Google

Bredelem 121.
Breitungen 115.
Bremen, Salzrecht 315.
Britisch Columbien 308.
Brjansk 273.
Brjanzewka 273.
Brownsville 307.
Brumby 120.
Bucalema 309.
Buchara 295.
Buckau, Chem. Fabrik, Verarbeitung von Kainit 1062.
Buffleben 204.
Bukowina 249, 258.
Bulgarien 286.
„ , Salzrecht 314, 316.
Burano 283.
Burbach, Gew. 117, 1040.
Burdungulsches Salzlager 291.
Burgbernheim, Salzbohrung 1038.
Burgdorf 120, 121.
Burgörner 206.
Burlinskojsee 291.
Burma 299.

C.

Cadix 589, 597, 609.
Cagliari 283.
Čaglinsk (Tschalgin) 276.
Calabrien 22.
Calascibetta 281.
Calcutta 298.
Caltanisetta 281.
Campbell 307.
Campêche 308.
Canada 24, 308, 316.
Canarische Inseln 305.
Capo d'Istria 260.
Cardona 22, 184, 279, 374.
Carloforte 283.
Carmen 310.
Carrickfergus 271.
Casablanca 300.
Castrogiovanni 22, 281.
Castromarim 281.
Castrovillari 22.
Catalonien 589.
Catamarca 309, 582.
Cattolica 281.
Cayuga 307.
Čechocin 274.
Cecina 22.
Celle 121.
Cervia 283, 590
Cette 175.
Ceylon 299.
Charisacha 15.
Charjui 295.
Charlamowka 273.
Chatillon le Duc 269.
Chélif 15.
Cheshire 23, 27, 270, 468, 488.
Chilcha 309.
Chile 316.
Chilkasee 299.
China, Salz 299, 1045.
„ , Salzgewinnung 753, 1045.
„ , Salzrecht 312.
Clarence-Werke, Soolpumpe 478.
Clemenshall 23, 209, 633.
Coche (Insel) 309.
Cochinchina 299.
Colihagua 309.
Colorado 163.
Columbien, Britisch 316.
Comachio 283, 590.
Concordia, Bohrgesellschaft 119.
Conemaugh 307.
Čongar (Tschongar) 275.
Congostaat 316.
Consiglio 281.
Constantine 22, 301.
Copiapo 309.
Coquimbo 309.
Cordilleren, Salzseen 18.
„ , Salzvorkommen 22.
Cordoba 309, 582.
Corento Tarquinia 283.
Corsika 270.
Crevic 269.
Cypern 294.

D.

Dachtmissen 120.
Daghestan 276.
Dahome 304.
Dalmatien 249, 260, 589.
Danakil 303.
Dänemark 289.
Dania 303.
Dankmarshausen 121.
Deduchinsk 274.
Deésakna 262, 265.
Delnsen 118, 119, 122, 154.
Dekonskaja 273.
Delatyn 258.
Dembia 303.
Denislü 293.
Derja i Nemek 295.
„ i Niriz 295.
Desdemona, Gew. 122.
Deutsches Reich, Salzgewinnung 222, 1039.
„ „ , Ein- u. Ausfuhr 230.
„ „ , Schacht 118.
Devins 267.
Diekholzen 118.
Dietlas 118.
Dieuze 23, 167, 215.
Dingelbe 121.
Diona 299.

Digitized by Google

Dippach 121.
Dirki 302.
Dobrudscha 286.
Doftana-Telega 285, 395.
Dolina 161, 258.
Dolnja-Tuzla 267, 476.
Dombasle 269.
Dombroena 288, 598.
Domersleben 121.
Douglashall 107, 201, 238.
„ , Chem. Fabrik 991.
Drohobycz 162, 258.
Droitwich 271.
Dschebel Usdum 294.
Dschisan 294.
Duderstadt 113.
Dudweiler 24.
Durham 24.
Dürrenberg, Gradirung 546, 559, 560, 567.
„ , Grobsalz 633, 648.
„ , Mutterlauge 1002.
„ , Pfannenherde 737.
„ , Saline 214.
„ , Salzausbringen 639.
„ , Salzmagazine 699.
„ , Siedeabgänge 617.
„ , Soolbehälter 521, 524.
„ , Soolquellen 24.
„ , Soolschacht 463, 468.
„ , Steinsalzauflösung 484.
„ , fahrbare Traufbühnen 658.
„ , Treppenrost 763.
Dürrheim 23, 209, 521.
„ , Siedeanlage 787.

E.

East Saginaw, Salzgewinnung 804.
Ebensee, säurebeständige Anstrichmasse 956.
„ , Brikettirung 678.
„ , Brikettpresse 683.
„ , Mutterlauge 620.
„ , Pfannenfläche 1041.
„ , Piccardapparat 845, 907.
„ , Pultöfen 765.
„ , *Rittingers* Versuche 896.
„ , Saline 252.
„ , Vor- und Nachgangssalz 645.
Eberhausen 121.
Egeln 120.
Egelnsche Mulde 124.
Egestorffshall, Saline 214.
„ , Salzformation 23.
„ , Seilbohrung 474.
Ehmen 119, 121, 122, 156.
Eichsfeld 120, 125.
Eickendorf 120, 158.
Eime 119.
„ , Bohrgesellschaft 154.
Einbeck 119, 121.
Einigkeit, Gew. 122.
Einville-Maine 269.
„ -St. Laurent 268.
El Araïche 300.
Elba 283, 589.
Elbe, Salzanalyse 16.
„ , Salz aus Böhmen 15.
El Chidr 293.
El Kasar 300.
Elmen, Gradirung 570.
Elsafs-Lothringen, Salzrecht 312, 315.
Eltonsee 15, 17, 275.
„ , Salzanalyse 580.
Empelde 118.
England, Ausfuhr von Salz 1043.
„ , Dauer der Siedeperioden 645.
„ , Grobsalzpfannen 648.
„ , Röhrenpfannen 801.
„ , Salinen, Einrichtung 790.
„ , „ , Zusammensetzung d. Pfannen 728.
„ , Salzgewinnung 272, 1043.
„ , Salzkonvention 1044.
„ , Salzrecht 314, 315.
„ , Salzsorten 615.
„ , Siedehäuser, Bauart 792.
„ , Steinsalz 270.
„ , Trocknung an der Luft 655.
Eperies, Salzformation 22.
Eregli 293.
Erfurt, Abbau 388.
„ , Salzaufschlüsse 108, 204.
„ , Salzformation 23.
„ , Siedeanlage 787.
„ , Siedehäuser 787.
„ , Soolbehälter 521, 524.
Ermsleben 124.
Ernsthall 118, 204, 206.
Erzerum 293.
Euphrat 293.
Europa, Bildung der Salzlager 188.

F.

Fallersleben 119, 122, 158.
Faro 281.
Fafsdorf 121.
Feldathal 126.
Ferdinandgrube, Siebenbürgen 265.
Ferghana 291.
Ferrara 284.
Fessan 301.
Fez 300.
Figueira 280, 609.
Finnland, deutsche Einfuhr 278.
Flechtingen 158.
Förderstedt 120, 990.
Formentera 280.
Frankenhausen 121, 125.
„ , Bohrgesellschaft 121.
Franklin 307.

Digitized by Google

Frankreich, Salzgewinnung 268, 1041.
„ , Salzrecht 315.
Franzenshall 120.
Frauenreuth (s. auch Berchtesgaden), Formation 23.
„ , Name 1038.
„ , Saline 219.
Freden 121.
Freiburg 125.
Friedrichsaue 112, 120.
Friedrichshall, Bohrgesellschaft, Kaliwerk 119, 122.
„ , Formation 23.
„ , Mutterlaugenextrakt 1000.
„ , Saline 215, 219.
„ , Salzwerk 201, 208.
„ , Siedeperiode 645.
„ bei Staßfurt, Mühlenanlage 450.
Friedrich-Heinrich-Bay 310.
Fuldathal, Bohrungen 121.
Fundatasee 286.
Fürstenhagen, Bohrgesellschaft 121.
Fürstenhall, Bohrgesellschaft 121.

G.

Galizien, Abbau 391.
„ , Herdunterwölbung 740.
„ , Hurmanensalz 673.
„ , Kaliumsalze 158.
„ , Pfanneneinrichtung 792.
„ , Pfannenmäntel 741.
„ , Pultöfen 767.
„ , Salzproduktion 258.
„ , Salzwerke 249.
„ , Vorwärmer 824.
Garu 302, 585.
Gasterpda 120.
Gatron 302.
Geddesburgh 307.
Genf, Versuche mit Verdampfungsapparaten 844.
Georgenhall, elastische Anstrichmasse 957.
„ , Bedachung des Siedehauses 794.
„ , Formation 23.
„ , Pfannenmantel 745.
„ , Planrost 757.
„ , Salztrocknung 663.
„ , Soolbehälter 525.
„ , Soolhebung 479.
„ , Soolreinigung 546, 634.
Georgi-Schacht 118.
Georgshall, Bohrgesellschaft 121.
Germa 301.
Germania, Bohrgesellschaft 121.
Gestorf 120.
Gifhorn 119, 121.
Giraud, Mutterlaugensalze 996.
Giraud, Seesalzgewinnung 593.
Gitter, Bohrgesellschaft 121.
Gitteri 301.
Gleidingen 121.
Glöthe 120.
Glückauf, Bohrgesellschaft 121.
„ , Gew. 114.
„ , Kaliwerk, Abbau 387, 423, 433.
„ , elektrische Kraftanlage 457.
„ , Werk 116, 118, 126.
Goderich 24, 308.
Gommern 123.
Gorkoi Jerik 71.
Gotha, Salzrecht 312.
Gouhenans 268.
Goyáz 310.
Grabenbach 215.
Griechenland 288, 589, 597.
„ , Salzhandel 314.
„ , Salzrecht 312, 316.
Gröbzig 124, 158.
Groſse Creek 307.
Groſser Kurfürst, Bohrgesellschaft 121.
Groſsherzog von Sachsen, Gew. 118.
Groſsherzogin Sophie 120.
Groſs-Ilsede 119.
„ -Oschersleben 112.
„ -Rhüden 112, 117.
„ -Steinum 112, 113.
Guaca 24.
Guayeval 24.
Güntersen 121.
Gurma 304.
Gustavshall 112, 117.
Güsten 122.

H.

Hackel 112.
Hadmersleben 122, 129.
Hain 120.
Hainleite 125.
Hajar el Wáksif 300.
Haleb 294.
Hall, Formation 23.
„ , Metamorphosen 169.
„ , Mutterlauge 620.
„ , Röhrenpfannen 801.
„ , Salinenbetrieb 252.
„ , Salzlager 249.
„ , Soolspindeln 539.
„ , Vorwärmer 822.
„ , Wehrverschluſs 509.
Halle, Formation 23.
„ , Salinenbetrieb 215.
„ , Soolbrunnen 468.
Hallein, Formation 23.
„ , Metamorphosen 169.
„ , Salinenbetrieb 252.
„ , Salzlager 249.
„ , Soolanalyse 513.

Digitized by Google

Hallein, Soole 216.
„ , Soolspindeln 539.
„ , Steinsalz 27.
„ , Vorwärmer 822.
Hallstadt, Bohrmaschinen 415, 424.
„ , Formation 23.
„ , Metamorphosen 169.
„ , ältere Pfannenherde 738.
„ , Salinenbetrieb 252.
„ , Salzlager 249.
„ , Sinkwerksbetrieb 498, 503, 506.
„ , Vorwärmer 822.
Haltern 120.
Halys 293.
Hämbach 114, 115.
Hamburg, Salzrecht 315.
Hameringebirge 293.
Hamman-Mellwan 301.
Hampshire 588.
Hänigsen 121.
Hannashall, Bohrgesellschaft 121.
Hannover, Salzablagerung 151.
„ , Salzrecht 312.
Hansa, Gew. 120.
„ -Silberberg 118.
Hanscham 295.
Harburg-Stafsfurt, Chem. Fabrik 990.
Hardegsen 121, 157.
Harlyberg 110.
Harriehausen 121.
Harz, Bildung der Salzlager 198.
Harzer Salzbecken 124.
Haste-Nenndorf, Bohrgesellschaft 121.
Hattorf 120.
Haus-Neindorf 120.
Heberg 117.
Hedwigsburg 113, 116, 202, 238.
Heiduksk 276.
Heilbronn, Abbau 389.
„ , Bohrbetrieb 427.
„ , Förderung 430.
„ , Formation 23, 209.
„ , Kesselpfanne 817.
„ , Salinenbetrieb 612.
„ , Salzsieberei 694.
„ , Salzwerk 209, 796.
„ , Steinsalzauflösung 573.
„ , Vorwärmer 825.
Heiligendorf 121.
Heinrichshall, Formation 23.
„ , Röhrenpfannen 801.
„ , Saline 313.
Hellmut, Bohrgesellschaft 120.
Herculaneum 307.
Hercynia 110, 116, 157, 202, 420.
Herzegowina 249, 267, 1041.
„ , Salzrecht 315.
Hessen, Bohrungen 121.
„ -Darmstadt, Salzrecht 315.
Heteborn 124.
Hettensen 121.
Hettstedt 158.
Hildesheim, Bohrgesellschaft 120.
„ , Salzbohrungen 118, 155.
Hildesia, Gew. 118.
Hindostan 296.
Hinterindien 299.
Hitzacker 121.
Hobart Town 310.
Hodeida 294.
Hohenfels 117.
Hohenzollern, Gew. 112, 118, 152.
Hönebach 121.
Hönnersum 121.
Hotteln 121.
Huaura 309.
Huë 299.
Humboldts-Salzwerk 306.
Hüpede 120.
Huyfsen, Siedehaus 641, 788, 855, 860.
Huywald 125.

I.

Ibbenbüren, Cementschutz 956.
Ickhorst-Zum Schlage, Bohrgesellschaft 121.
Ilezkaja Sastschita 168, 272.
Ilimsk 289.
Illinois 306.
Imbsen 121.
Immensen 119.
Inderskischer See 18.
Indian-Territory 306.
Indien, Britisch 296.
„ , Salzeinfuhr 298.
Indus 296.
Inowrazlaw, Bohrbetrieb 205.
„ , Bohrung 376.
„ , Centrifugen 862.
„ , Formation 24.
„ , Kons. Akt.-Ges. 205, 238.
„ , Lufterhitzung 852.
„ , Saline 215.
„ , Salzauflösung 483.
„ , Salzaufschlüsse 108, 204.
„ , Soolreinigung 634, 637.
„ , Spritzverfahren 396.
„ , Tüchertrocknung 850.
Irkutsk 289, 589.
Irland 271.
Ischia, Boden für Meersalinen 605.
Ischl, Aräometer 540.
„ , Bohrbetrieb 423, 424.
„ , Brikettirung 685.
„ , Brikettpresse 679.
„ , Dörrkammern 670.
„ , Formation 23.
„ , Gasfeuerung 773.
„ , Grubenwehr 506.
„ , Heifsluftdörrung 671.
„ , organ. Einschlüsse im Salz 168.
„ , Pfannenherde 738.

Digitized by Google

Ischl, Saline 252.
„ , Salzlager 249.
„ , Salzsorten 644.
„ , Sinkwerksbetrieb 400, 498, 500.
„ , Vorwärmer 822.
Issum bei Geldern 249.
Istrien, Meersalinen 253, 260, 589, 600, 604.
Italien 281.
„ , Salzrecht 314, 316.
Iviza 280.

J.

Jackson 307.
Jagstfeld 210.
Jakutsk 289.
Japan 300, 1046.
„ , Salzrecht 312, 316.
Java 299, 688.
„ , Salzverpackung 702.
Jebbel Allah 302.
Jecha 114, 126.
Jeniseisk 289.
Jerxheim 113, 119.
Jessenitz 110, 117, 377.
„ , Schachtbau 380, 1049.
Jhelam 296.
Johannashall 122.
Jordan, Salzgehalt 15.
Josefsgrube, Siebenbürgen 266.
Jurjuragebirge 301.
Justenberg, Gew. 119, 120.
Justus I, Bohrgesellschaft 120, 122.
Jützenbach 114, 120.

K.

Kachh 298.
Kaczyka 258.
„ , Cementdämme 1058.
„ , Sprengarbeit 1052.
„ , Steinsalzauflösung 1057.
Kagysman 274.
Kaisaria 293.
Kaiseraugst 268.
Kaiser Franz-Josef-Saline 267.
Kaiserhall, Bohrgesellschaft 121.
Kaiseroda 114, 118, 376.
Kalabagh 296.
Kalala 302, 585.
Kalkaman-See 291.
Kalusz 22, 107, 159, 258.
„ , Chlorkaliumgewinnung 977.
„ , Profil des Lagers 161.
Kanawha 307.
„ , Salzsiedeverfahren 806.
Kansas 306.
Kansk 289.
Kapland 305, 585.
Kap-Verdi-Inseln 305.
Karabab 292.
Karabugas 22, 182.
Karasunskischer See 291.
Karjakowskischer See 291.
Karlsfund 112, 117.
Karl-Theodor-Quelle in Reichenhall 215.
Karpathen 22, 159, 254.
Kars 274.
Kaspisches Meer 17, 182, 292.
Kathus 121.
Kattack 299.
Kaukasus 276.
Kehmstedt 114, 120.
Kempendziajskij 290.
Kentucky 307.
Kete-Kratschi 305.
Kheura 296.
Kifri 294.
Kiransk 290.
Kischim 294.
Kjankary 293.
Kleinasien 22, 293.
Klein-Freden 112, 118, 152.
„ -Furra 120.
„ -Hehlen 121.
„ -Langheim, Steinsalz 1038.
„ -Paschleben 124.
„ -Steimke 121.
Kniestedt 111, 118.
Knollenbach 115.
Kochendorf 209.
Kočkovatoje-See 291.
Königin Luise, Bohrgesellschaft 121.
Königsaue 112, 120, 124.
Königsborn 23, 215, 247.
„ , Gradirung 572.
Königsdahlum 119.
Königslutter 117.
Könnern 112, 124, 158.
Kossow 258, 485.
„ , Kanaldarren 675.
Köstritz 313.
Kötzschau 24, 550.
Krasnowodsk 292.
Kreta 287.
Kreuznach 24.
„ , Mutterlauge, Licenzgebühr in Österreich 364.
Krim, Salzseen 18, 275.
„ -Elie 275.
Kuban 276.
Kuh-i-Namak, Salz 295, 1044.
Kujalniker Liman 276.
Kuli 292.
Kulpa 274.
Kulundinskische See 291.
Kupalno-ozero 78.
Kurdistan 294.
Kuzuk 293.

L.

Lâalooah 300.
Lacko 258.
Lake Bonneville 170.

Digitized by Google

La Mata 280, 596.
Lamia 288, 597.
Lancaster 23.
Lanczyn 258.
„ , Pfannenfläche 1041.
Laneuville 269.
Langenfeld 121.
Langenhagen 114.
Larache 300.
Larak 295.
Larnaka 294.
La Scala 294.
Lauristangebirge 293.
Lawton 23.
Ledengsk 274.
Leevensk 274.
Lehrte, Salzbohrungen 155.
Leimbach 118.
Leinethal, Salzlager 151.
Lemmie 120.
Lengsfeld 120.
Leopoldshall 105, 128, 201, 238, 434.
„ , Lagerprofil 140.
„ , Riedlerpumpen 1052.
„ , Vereinigt. Chem. Fabriken 991.
„ , Vereinigt. Chem. Fabriken, Verarbeitung von Kainit 985.
Leopoldshütte 991.
Les Aulnois 269.
Leukas 288, 597.
Libysche Wüste 302.
Liebenhalle, Salzgitter 23, 467, 475.
Lieth 376.
Lima 309.
Limasol 294.
Limay 22.
Lippe-Detmold, Salzrecht 315.
Lippoldshausen 121.
Lissabon 609.
Lithauen 24.
Littaku 305.
Little Sand 307.
Liukiu 300.
Liverpool, England 487, 521.
„ , Nordamerika 307.
Livorno 22.
Löbnitz 120.
Lochtum 121.
Löderburg 116, 120.
Loheia 294.
Lomavoje 291.
Lons le Saunier 269.
Lothringische Salinen 220.
Louisiana 306.
Lübeck, Salzrecht 312, 315.
Lübtheen 109, 117, 125.
Ludwig II, Salzwerk 108, 116, 126, 201, 238.
Ludwigshalle, Wimpfen 23, 209, 215.
Ludwigssalinen 215.
Luisenhall, Göttingen, Bohrung 474.
„ , „ , Formation 23, 157.
„ , „ , Kesselpfanne 817.
„ , „ , Soolreinigung 546.
„ , Stotternheim 204.
„ , Zscherben 206.
Lüneburg 215, 468.
„ , Salzrecht 1048.
„ , Salztrocknung 663.
„ , Schutz der Soolquellen 1047.
Lungro 22, 281.
Luni 298.
Lüthorst 119.
Lymington 587.
„ , Mutterlauge 998.

M.

Macao 310.
Madagaskar 305, 584.
Maefen 302.
Magdeburg 124.
„ -Halberstädter Salzbecken 124.
Mailah 301.
Maine 269.
Malinovoje 291.
Malujah 295.
Mancinskysche Salzseen 276.
Mangischlack 292.
Mansfeldsche Gewerkschaft 118.
„ „ , Salzaufschlüsse 158, 206.
Mansfeldsches Becken 125.
Manzanillo 308.
Margherita di Savoja 283.
Marienhall, Bohrgesellschaft 121.
Marmaros 22, 260.
Marmischanski-See 291.
Marokko 300.
Maros-Ujvar 262.
Marsala 283.
Maskara 301.
Mathildenhall, Bohrgesellschaft 119.
Mato Grosso 310.
Matthias, Gew. 118, 119.
Maule 309.
Maynas 309.
Mayo, Insel 305.
Mayogrube 163, 296.
Meadowbank, Röhrenpfannen 801.
Meckbach 121.
Mecklenburg, Kaliwerke 117.
„ -Schwerin, Salzrecht 109, 312, 315.
„ -Strelitz, Salzrecht 109, 315.
Meimershausen 152.

Digitized by Google

Meiningen, Salzfunde 115.
„ , Salzrecht 116.
Melecey 268.
Merrimak 307.
Mesolongion, s. Missolonghi.
Mesopotamien 293.
Mesurata 302.
Mex, Salinen 1046.
Mexico 308.
„ , Salzrecht 314, 316.
Michigan 24, 306, 307.
Middlesborough 478, 488.
Middlewich 271.
Militello di Patti 283.
Millakara 292.
Milos 288, 597.
Minglanilla 279.
Minussinsk 289.
Miserey 269.
Missolonghi 288, 597.
Missouri 307.
Möllensen 120.
Moltke, Schacht 213.
Monopol, Bohrgesellschaft 121.
Montenegro 287.
Montezuma 307.
Montferrand 269.
Montmorot 268.
Mörbach 114, 120.
Mörissee 303.
Morszyn 161.
Mosul 293.
Moutiers 548, 630.
„ , Salzanalysen 645.
„ , Salzgewinnung 880.
Moyenvic 23.
Mozarsk 276.
Muddysalinen 307.
Mukthar 302.
Münster am Stein 24.
Murcia 589.
Murzuk 302.
Muskingum 307.

N.

Nachičevan 274.
Naga Hills 299.
Namakdan 295.
Natchitoches 306.
Nauheim 24, 550.
Naxos 288, 598.
Neapel 281, 589.
Nepal 296.
Nerbudda 299.
Neu-Braunschweig 308.
„ -Fallersleben 121.
„ -Gattersleben 120.
„ -Granada 24.
Neuhaldensleben 158.
Neuhall, Hannover 23, 214, 478.
„ , Stotternheim 476.
Neu-Hohenzollern 119.
Neusalzwerk 23, 475.
„ , Mutterlauge 1003.
Neustaßfurt 107, 116, 128, 201, 238, 423, 438.
„ , Chem. Fabrik 991.
„ , Vakuumverdampfer 882, 923.
„ , Verdampfungskessel 819.
Neu-Vienenburg 120, 121.
„ -Wunstorf 119.
Nevada 306.
Neybaberg 308, 374.
New-Jersey, *Nat. Salt- and Chem. Company*, Abdampfverfahren 878.
„ -York 306.
Niederlande 289, 488.
Nilthal 303.
Nischapur 295.
Nischnei-Nowgorod 274.
Nordamerika, Bromgewinnung 1000.
„ , Röhrenpfannen 801.
„ , Ver. Staaten, Salzrecht 316.
Norddeutschland, Salzvorkommen 24.
Nord-Manitoba 24.
Nordthüringen, Salzwerke 118.
Northumberland 24.
Northwich 270, 488.
„ , Pfannenanlage 789.
Norwegen 374.
Nowgorod 24.
Nowo-Wieliczka 163, 273.
Nubien 303.

O.

Oberguinea 303.
Oberpeißen 114.
Ochotzk 548, 589.
Ocnele Mari 285.
Odessa 273.
Offleben 113.
Ohio, Salzgewinnung 306, 806.
„ , Vorkommen 24.
Oldau 121.
Oldenburg, Salzfund 120.
„ , Salzrecht 315, 1048.
Ölsburg, Wilhelmshall 119.
Olta 274.
Olvenstedt 124.
Om-Rishah 303.
Onondaga 24, 306.
„ , Salzwerke 549, 647.
Ontario 308.
Oporto 589, 609.
Oran 301.
Orenburg 24, 272.
Orissa 298.
Ormuz 295.
Osnabrück 120.

Digitized by Google

Ossenberg 123.
Osternburg 120.
Österreich, Formsalz 655.
„ , Salzgewinnung 249, 1041.
„ , Salzrecht 312, 315.
„ , Seesalz 598.
„ , Treppenrost 762.
Ostia 589.
Ostindien, Kaliumsalze 163.
„ , Seesalz 589.
Ostsee, Salzgehalt 11.
Ostsibirien 289.
Othfresen 111.
Ottoshall 121.
Oubari 301.

P.

Paceco 283.
Pachino 283.
Padre, Insel 307.
Pago 260.
Palästina 294.
Palmella 280.
Pamekasan 299.
Pampas, Vorkommen 21.
Parajd 262, 265.
Paruschowitz, Bohrung 376.
Paschleben 158.
Patagonien 21, 310.
Pawlodar 291.
Pečatočnoje 291.
Pechelbronn 22.
Peine 111, 119.
Peifsen 125, 129.
Pendschab 163, 296.
Pennsylvanien 24, 306.
Perm, Saline 274.
Persien 294, 374, 1044.
Peru 22, 309.
Petit Anse, Louisiana 22, 186, 306.
Petrweliky 273.
Pielke 205, 483, 485.
Piganaco 309.
Pirano 260.
Plömnitz 493.
Plötzki 123.
Poligny 269.
Port Clarence 271.
„ Elizabeth 305.
Porto 281.
Portoferraio 283.
Portugal 280, 590.
„ , Salzrecht 314, 316.
Powe 120.
Pozzallo 283.
Prahova 285.
Preufsen, Bohrgesellschaft 121.
„ , Salzrecht 312, 314.
Prinz Adalbert, Bohrgesellschaft 121.
Probst-Jesar 109.
Puna 309, 582.
Punchbuddursee 298.
Punjab 24, 186.
Pyrmont, Salzrecht 1048.

Q.

Quitta 304.

R.

Racalmuto 281.
Rancagua 309.
Rappenau 23, 209.
Ras Bostanah 295.
Rastenburg 121.
Rathmannsdorf 124.
Reichenhall 23, 215.
„ , Mutterlaugenextrakt 1001.
„ , Vorwärmer 798, 821, 825.
Reilos 121.
Remlingen 113, 119.
Repelen 123.
Reufs ält. Linie, Salzrecht 315.
„ jüng. „ , „ 312, 315.
Rheinfelden 267.
„ , Kesselpfannen 817.
Rhodes Marsh, Nevada 19.
Rio grande 24.
„ Grande do Norte 310.
„ Major 280.
„ Negro 310.
„ Neuquem 22.
„ Pongos 303.
„ de la Sal 309.
„ do Salitre 310.
Rodenberg, Sooldorf, Saline 1039.
Rónaszék 260.
Ronnenberg 118.
Roschwitz 114, 128.
Rosenheim 215.
„ , Siedeanlage 787.
Rosières 268.
„ , Krückvorrichtung 857.
Rofs 310.
Rotes Meer 294.
Rothenfelde, Grobsalz 641.
Rothenförde 107, 124.
Rudolphshall, Bohrgesellschaft 120.
Ruhrort 206.
Rumänien, Salzrecht 312, 316.
„ , Salzseen 18.
„ , Steinsalz 285, 395.
„ , „ , Abbau 398.
Rufsland, asiatisches 289.
„ , europäisches 272.
„ , Salzrecht 314, 316.
Rüxleben 120.
Ryburg 267.
Rymnik-Valcea 285.

S.

Saale, Analyse des Flufswassers 16.
Saaralben 23, 209, 215.

Digitized by Google

Sachsen, Königreich, Salzrecht 312, 315.
„ -Altenburg, Salzrecht 312, 315.
„ -Koburg-Gotha 312, 315.
„ -Meiningen, Salzrecht 312, 315.
„ -Weimar, Bohrungen 121.
„ „ , Bohrgesellschaft 120.
„ „ , Gew. 122.
„ „ , Salzrecht 312, 315, 318.
Saddija 299.
Safid Koh 296.
Saginaw 307.
„ , Kessel zum Salzsieden 719.
„ , Kesselpfanne 814.
„ , Salzgewinnung 647, 805.
„ , Sonnensalz 549.
Sahara 302.
St. Geneviève 207.
St. Laurent 268.
St. Montory 269.
St. Nikolas 268, 396.
„ , Dampfschlot 799.
„ , Pfannenmantel 745.
„ , Treppenrost 763.
St. Valdrée 269.
Saks 275.
Sal, Insel 305.
Salina 307.
Salindres, Fabrik 998.
Saline, Ort 306.
Salines Domaniales de l'Est 269.
Salins de Salat 269.
Salsette 299.
Salso-Maggiore 282.
Saltrange 24, 186.
Salzderhelden 111, 119, 121, 157.
Salzdetfurt 111, 112, 117, 121, 376.
Salzgitter 111, 112, 117, 121.
Salzkammergut 23, 249.
Salzkötten 23.
Salzuflen, Mutterlauge 1002.
Salzungen, Kreuzrost 757.
„ , Saline 215.
„ , Salzaufschlüsse 207.
„ , Salzmühle 694.
„ , Soolbehälter 524.
„ , Soolreinigung 546, 636.
„ , Vorkommen 24, 125.
Sambharsee 298.
Sampang 299.
Samswegen 121, 158.
San Blas 22.
Sandbach 271.
San Domingo 308, 374.
San Juan 309.
Santiago del Estero 309, 582.
St. Ubes 280, 589, 609.
Saratsee 286.
Sardinien 283, 589.
Sarek-Hamisch 293.
Sarimsak 293.
Sarstedt 121.
Saschashall, Bohrgesellschaft 121.
Sassendorf 23.
Sasyk-Sivas 275.
Schadeleben 120.
Schaumburg-Lippe, Salzrecht 312, 315.
Schierenberg 119.
Schierstedt 128.
Schiras 295.
Schlarpe 121.
Schlüssel, Gew. 117.
Schmidtmannshall 116, 128, 201, 238.
„ , Sprengsalpeter 429.
„ , Wassereinbruch 109.
„ , Wasserhebung 1052.
Schneidlingen 120.
Schönebeck, Abkühlungssalz 648.
„ , Cement als Rostschutzmittel 957.
„ , Centrifugen 865.
„ , Gasfeuerung, Versuch 768.
„ , Grobsalz 647.
„ , Mutterlauge 620, 995, 1002.
„ , Pfannenmantel 741, 744.
„ , Rundpfanne 830.
„ , Saline 213.
„ , „ , Plan 797.
„ , Salzschacht 128.
„ , Siedehäuser, Einrichtung 612.
„ , Siedehaus Bismarck 788.
„ , „ Huyfsen 641, 788.
„ , Soolbohrlöcher 579.
„ , Soolreinigung 636.
„ , Tafelsalz, Verpackung 698.
„ , Tellertrocknung 849.
„ , Trommeltrocknung 853.
„ , Vorkommen 23, 112.
„ , Wasserspritzverfahren 490.
Schöningen 23, 119.
Schraplau 125.
Schwäbisch Hall 487, 617.
„ „ , Dampftrocknung 750, 799.
Schwarzburg-Rudolstadt 121.
„ „ , Salzrecht 312, 315.
„ -Sondershausen 114, 116.
„ „ , Salzrecht 312, 315.
Schwarzes Meer, Salzgehalt 11.
„ „ , Salzseen 18, 286.
„ „ , Seesalz 589.
Schwebheim, Steinsalz 1038.
Schweden 289.
Schweiz, Salinen 267.
„ , Salzgewinnung 1041.
„ , Salzrecht 313, 316.
Schweizerhall 201, 209, 268, 314.
„ , Schutz eiserner Träger 956.
Schwenningen 23, 617.

Digitized by Google

Sebexen 120.
Segeberg 108, 125, 206, 376.
Sehlem 121.
Sehnde 111, 117, 119, 122, 155, 156.
Selenginsk 290.
Serbien 287.
„ , Salzrecht 312, 316.
Sergipe 310.
Sergowsk 274.
Serück-Nemeksar 292.
Setubal 280, 589, 609.
Shaikh-Othmann 294, 605.
Shawentown 307.
Sherbro 303.
Sherisabad 295.
Shirleywich 271.
Siam 299.
Sibesse 120.
Sicilien 281, 283, 374, 589.
Sidenko 273.
Siebenbürgen 22, 184, 249, 262, 391.
Siegfried I, Gew. 119, 122.
Sieglitz 124.
Sierra Leone 303.
Sikiaj-Sian 290.
Siminham 267.
Siracus 283.
Siwah 302.
Skaramanga, Saline 274.
Slanic 285, 395.
Slavjansk 273, 274.
Solikamsk 274.
Solling 121.
Solvayhall 114, 116, 128, 202.
Solvaywerke, Bohrungen 123.
„ , Deutsche 202, 215, 238.
„ , Stufenmühle 446.
Sommerviller 269.
Sondershausen, Bohrungen 114.
„ , Werk 116.
Sondra 116.
Sooden a. d. Werra 572.
Soóvár 169, 261, 468.
„ , Belegschaft 713.
„ , Löhne 713.
Sophienhall, Bohrgesellschaft 120.
Sorgensen 120.
Sorghöfen 115.
Spanien 279.
„ , Salzrecht 314, 316.
„ , Seesalz 596.
Spencer Golf 310.
Sperenberg 24, 108, 205, 376.
Sperlinga 22, 281.
Stade 125.
Stafford 271.
Stagno 260.
„ , Seesalz 600, 604.
Stanislav 258.
Stafsfurt 124.
„ , Abbau 383.
Stafsfurt, Chem. Fabriken, Kainitverarbeitung 985.
„ , Kaliumindustrie 990.
„ , Kaliumsalze 126.
„ , Lagerung 127.
„ , Sackelevator 970.
„ , Salzaufschlüsse 104.
„ , Salzgewinnung 202.
„ , Salzwerke 116, 238.
„ , Schächte 106, 201.
„ , Steinsalzlager, Einteilung 129.
„ , „ , Mineralien 150.
„ , Verleihung 120.
„ , Vorkommen 24, 123, 201.
Stebnik 162, 258.
„ , Cementverkleidung 1058.
Steinbach 114.
Steinförde 120.
Steinwedel 121.
Stetten 23.
Stipsdorf 206.
Stoke Prior 23, 271.
Stotternheim, Pfannenanlage 612.
„ , Salzmühle 695.
„ , Vorkommen 23.
Stryj 161.
Stupki 273.
Südafrika 305.
Südamerika 308.
Sudan 585.
Südthüringen 118.
Südwinsen 121.
Sugatag 260.
Sülbeck 23, 119, 157.
Sülberg 114.
Sulz 23.
Sumenep 299.
Sunderland 299.
Sungurli 293.
Süpplingen 124.
Susta 274.
Swartkop River 305.
Syrakusa 307.
Syrien 294.
Szczakowa 259.
Sze-chuan 300.

T.

Tamiahua 308.
Tampica 308.
Tanganikasee 303.
Tarthun 107, 120, 124, 423, 437.
Tasmania 310.
Taudeni 302.
Tavira 281.
Tees, Steinsalz 28, 271, 488.
Teichel, Bohrgesellschaft 121.
Teichweiden 121.
Tennessee 307.

Digitized by Google

Teuditz 24.
Teutonia, Bohrgesellschaft 121.
Texas 306.
Theodorshalle, Saline 1039.
Thermissia 288.
Thiede 111, 113.
Thiederhall 111, 113, 116, 125, 202, 238.
„ , Saline 1039.
Thorda 262, 266, 391.
Thüringen, Salzfunde 114, 115, 121.
„ , Salzwerke 118.
Thüringisches Salzbecken 124, 125.
Tientsin 300.
Tirgu-Okna 285, 395.
Titicaca 309.
Titug 299.
Togo 304.
Tomblaine 269.
Torrens Lake 310.
Torres Vedras 280.
Torrevieja 280, 590, 596, 609.
Toskana 281.
Totemsk 274.
Totes Meer 18.
Transbaikalien 289.
Transkaspien 292, 1044.
Transkaukasien 274.
Transvaal 305.
Trapani 283, 590.
Traunstein 215.
„ , Halbgasfeuerung 772.
„ , Siedeanlage 787.
„ , Vorwärmer 821.
Trebitz 122.
Tripolis 301.
Tschalgin 276.
Tschaptschatschi 18, 272.
Tscheleken 292, 1044.
Tschiti 294.
Tschongar 275.
Tschorum 293.
Tseliu-tsin 301, 753, 1045.
Tucuman 309.
Tumanchetski 289.
Tunis 301.
„ , Salzrecht 316.
Türkei, asiatische 293.
„ , europäische 287.
„ , Salzrecht 316.
Turkestan 291.
Turza wielka 161, 162, 258.
Tuslow, Salzteiche 276.
Tüs-Tschöllü 293.
Tuzkiöy 293.

U.

Ungarn 249.
Unseburg 112, 120, 128.
Unterbreizbach 120.
Unterpeifsen 114.
Urbjah 301.
Urmiasee 295.
Urubu 310.
Ussolje 24, 274, 289.
Ust-Kutsk 289.
Usun-Ada 292.
Utha 306.
„ , Salzanalyse 583.
Uthleben 120.

V.

Vacha 120, 122, 126.
Vahldorf 121, 158.
Valcea 285.
Valencia 589.
Valtierra 22.
Varangéville 23, 268, 396.
Venetien 589.
Venezuela 309.
Vereinigte Staaten von Nordamerika 305.
Vic 23.
Vienenburg 24, 110, 116, 120, 121, 125.
Viktoria, Bohrgesellschaft 120, 121.
Villanova di Portimão 281.
Villargordo 22, 279.
Villar Rubia de Ocana 22, 280.
Viluisk 290.
Virginia, Dampfsiedung 805.
Virginien 24, 306.
Vogelbeck 122.
Volos 288, 598.
Volpriehausen 120, 122.
Volterra 282.
Vorderindien 298.
Vorwohle 119.

W.

Waadt, Salzrecht 313.
Wadan 302.
Wadi Shiati 301.
Walbeck 113, 125.
Waldeck-Pyrmont, Salzrecht 315, 1048.
Wallmont-Benthe 119, 122.
Walloe 288, 374, 464, 587.
Wansee 294.
Wansleben 118.
Wapno 24.
Watenstedt 113, 158.
Wazzan 300.
Weddingen 111.
Wedesbüttel 121.
Weetzen 120.
Weferlingen 158.
Wehmingen 155.
Weifsenborn, Bohrgesellschaft 121.
Welfesholz 206.
Werdohl 24.
Werl 23.
„ , Grobsalz 641.
Wernshausen 115.

Digitized by Google

Werrahall, Bohrgesellschaft 121.
Wesel 206.
Westafrika 303.
Westeregeln 24, 107, 116, 122, 124, 201, 433.
„ , Alkaliwerke, elektr. Förderung 1056.
„ , Alkaliwerke, schwefelsaures Kalium 988.
„ , Chem. Fabrik 991.
Westerlinde 111.
Westernkotten 23.
Westfalen 22.
„ , Salztrocknung 654.
Wetteborn 121.
Wiedelah-Vienenburg 120, 121.
Wiederstedt 124.
Wieliczka, Abbau 391, 396.
„ , Bohrmaschinen 415.
„ , Cementschutz 435.
„ , Einschlüsse im Salz 169, 254.
„ , Förderung 430.
„ , Kaliumsalz 107.
„ , Knistersalz 27.
„ , Produktion 258.
„ , Rostschutzmittel 956.
„ , Salzlager 254.
„ , Salzmühlen 442, 445.
„ , elektr. Signalanlage 1056.
„ , Steinsalzvermahlung 1053.
„ , Vorkommen 22, 254.
„ , Wassereinbrüche 107.
Wietze-Steinförde 120.
Wietzetze 121.
Wight 588.
Wilhelmsglück 23, 201, 207, 487.
Wilhelmshall 110, 116, 202.
„ -Ölsburg 119.
Wilprechtroda 115.
Wimpfen 23.
„ , Cirkulirherde 737.
Windhyagebirge 299.
Winningen 129.
Winsen a. d. Aller 121.
Winsford 271, 642, 644.
„ , *Fishery Salt* 642.
„ , Röhrenpfannen 801.
„ , Siedeprozefs 644.
„ , Soole 644.
Wintershall 120.
„ , Gew. 122.
Winzenburg 119.
Wittmar 122.
Wohlsdorf 124.
Wolfenbüttel 116.
Wolmirsleben 120.
Wolmirstedt 158.
Wologda 274.
Worcestershire 23.
Wunstorf 118.
Württemberg, Salzrecht 314.
„ , Salzvorkommen 207.

Y.

Yang-tse-Flufs 300.
Yemen 294.
Yucatan 308.

Z.

Zacatecas 308.
Zanesville 307.
Zarzis 301.
Zeemah 300.
Zörnitz 122.
Zscherben 206.
Zwartkop-Flufs, Salzgewinnung 585.
Zwellendam 305.

B. Personen (siehe auch Übersicht der Schriften).

A.

Abich, Salzlagerbildung 166.
Achepohl, Bohrungen 114.
Aigner, A., alpine Salzlager 514.
„ , „ , Bildungsstufen der alpinen Salzberge 251.
„ , „ , Frauenreuther Pfanne 720.
„ , „ , Salzgehaltstafel 61.
„ , „ , Soolgewinnung 1058.
„ , „ , Trocknungsgase 777.
Aimé-Comond, Krückvorrichtung 837.
Alberti, Salzlagerbildung 166.
Arbesser, v., Brikettirung 689.
„ , Piccardapparat 907.
„ , Seesalzgewinnung 603.
Arnoldi, Gotha, Wermutkrautpulverfabrik 348.
Arrot, mehrfache Verwendung des Dampfes 894.
Augustin, Kochsalzlaugerei 326.

B.

Baader, v., Kubizirung 527.
„ , Tafelgradirung 547.

Digitized by Google

Badson, Gase im Steinsalz 28.
Baer, Verdunstung des Meerwassers 104.
Baily, Salzgeschmack 81.
Ballard, Mutterlaugensalze 104, 995.
Balzberg, v., Abdampfung mit erhitzter Luft 877.
„ , Differentialschwimmer 512.
„ , Elektrische Salzwage 685, 690.
„ , Handbohrmaschine 409, 420.
„ , Handschrämmaschine 400.
„ , Salzbrikettirung 688.
„ , Salzverpackung 701, 860.
„ , Siedeeinrichtung 934.
„ , Soolspindel 541.
„ , Vorschläge für den Salinenbetrieb 931.
„ , Vorwärmer 822, 826.
Beaumé, Grade 534.
Bechtolsheim, v., u. Vogl, Verdampf.-Einrichtung 918.
Becker, Produkte der Kaliumindustrie, Zusammensetzung 977.
Becquerel, Kathodenstrahlen 26.
Behne, Austragevorrichtung 839.
„ , Löslichkeit von Gyps in Soole 565.
„ , Pfannengröfse 722.
„ , Röhrenfahrten 520.
„ , Salze des Urmeeres 172.
Beit u. Philippi, Kaliumindustrie 990.
Bell, Hochofengase zur Siedung 753.
„ , Hochofenschlacke z. Siedung 752.
Berthelot, Gesetz 139.
Berthier, Ätzkalk zur Soolreinigung 88.
Beust, v., Gradirung 551.
Bischof, Bespeisung der Gradirwerke 563.
„ , Bildung der Salzlager 167, 187.
„ , Einteilung des Stafsfurter Lagers 127, 129.
„ , Gase im Steinsalz 146.
„ , Siedepunkt der Kochsalzlösungen 46.
„ , Sooltafel für Dürrenberg 62.
„ , Formel für das spezifische Gewicht der Soolen 45, 61.
„ , Tafel für den Salzgehalt der Soolen 37, 38, 52.
„ , Verdunstungsfähigkeit 37, 47.
„ , mittlere Verdunstungsfähigkeit 50.
Bitterich, Glasurfarbe 954.
Bobierre, Salz im Regenwasser 14.
Böckmann, Basen und Säuren bei Soolanalysen 73.
Borchardt, Astrakanit 143.
Borlach 551.
Bornet, Bohrmaschine 415.
Brackebusch, Salz in Argentinien 309, 582.
Brandes, Grobsalzgewinnung 1059.
„ , Soolheber 543.
Brassert, Bergrecht der Schweiz 314.
Brauns, Anhydritbildung 182.
Briquet u. Co., Piccardapparat 902.
Brügmann, Bohrungen 114.
Buch, v., Bildung der Salzlager 165.
Buchholz, Formel für den Salzgehalt der Soolen 30, 39, 61.
„ , Tafel für den Salzgehalt der Soolen 37, 61.
Buffaud, Frères, Centrifuge 867.
Bunsen, Wirkung von Kohlensäure auf Salz 79.
Buren, van, Hygroskopie des Kochsalzes 701.
Buschmann, Ventilator in Heilbronn 436.
Buttenstedt, Salzgewinnung 5, 49, 926.
Büttner, Bildung der Salzlager 165.
„ u. Meyer, Trocknung 847.
„ „ , Verdampfungseinrichtung 872.

C.

Callenberg u. Fischer, Patentfeuerung 776.
Cammen, Salzgeschmack 81.
Cantenot, Salzgewinnung 880, 1060.
Cantin, Bohrmaschine 419.
Carnall, v., Stafsfurter Lager 105.
Carré, Eismaschinen 996.
Charpentier, Bildung der Salzlager 165.
Chatard, Siedung in Nordamerika 806.
Chaumont, de, Gyps im Wasser 83.
Chenaillier, Heizröhren 894.
Claudet, Silberfällung 326.
Clemm, Kaliumindustrie 990.
Cloëz, Salz in Gesteinen 8.
Coignet, Heizröhren 894.
Cook, Dampfsiedung in Nordamerika 807.
Coppet, de, Löslichkeit des Kochsalzes 31.
Cotta, Salzbildung 166.
Courtois u. van Roy, Verdampfungsapparat 876.
Craelius, Kernfänger 375.
Cranay, Salzreinigung 869.

D.

Dechen, v., natürliche Soolen 69.
Degenhardt, Diamantbohrung 378.
Desnoyers, Bildung der Salzlager 165.
Devil, Mahlgänge 1053.
Ditte, Einwirkung von Kochsalz auf Aluminium 951.

Digitized by Google

Douglas, Leopoldshütte 991.
„ , Sholto, Salzberechtigung 117, 312.
Dulong, Formel für Heizwert 708.
Dupré, Kaliumindustrie 990.
„ , Verarbeitung von Kainit 988.

E.

Egestorff, Röhrenpfanne 811.
Eichwald, Bildung der Salzlager 165.
Elliott, Bohrmaschine 412.
Endriſs, Salzformation in Württemberg 210.
Erdmann, Cäsium und Rubidium im Carnallit 984.
„ , Denaturirung von Salz 350.
„ , Salz in Seen 20.
Erichson u. Maardt, Kokofengase zur Siedung 754.
Eytelwein, Kubizirung 532.

F.

Falk, Saline, Rundpfanne 831.
„ , „ , Grobsalz 642.
„ , Röhrenpfanne 803.
Fedschenko, Salz in Seen 21.
Feit, Kaliborit, Ascharit 144, 145.
„ u. Kubierschky, Cäsium und Rubidium 984.
Fertsch, Brikettirung 689.
Fesca, Differentialcentrifuge 865.
„ , Regulatorcentrifuge 861.
Fichtel, vulkanische Bildung des Steinsalzes 165.
Fiedler, Sattelpfanne 819.
Finkener, chemische Untersuchungen 1005.
Fischer, Chlorcalcium im Wasser 82.
„ , Salzgeschmack 83.
„ , Trockentrommel 855, 859.
Fläschendräger, Kesselpfanne 814.
Fleck, Salz des Toten Meeres 21.
Fölsche, Kaliumindustrie 990.
Foniakoff, Nutzbare Lagerstätten Sibiriens 290.
Forchhammer, Salz im Meere 9.
Frank, Kaliumindustrie 106, 342, 990.
„ , Produkte von Kaliumsalzen, Zusammensetzung 977.
Frankenstein, Gasfeuerung 775.
Frasch, Salzsiedung 880.
Fresenius, Basen und Säuren bei Soolanalysen 73.
Fröhlich u. Freitag, Kaliumindustrie 990.

G.

Gadolin, spezif. Wärme des Kochsalzes 36.
Gasparin, Salzgehalt des Bodens 5.
Gautier, Meerwasser 1025.
Gay-Lussac, Löslichkeit des Kochsalzes. Formel 30.
„ „ , Löslichkeit von schwefelsaurem Natrium 86.
„ „ , Thermometerprobe 33, 1019.
Geiſsler, C. u. G. Kost, Mischapparat 1053.
„ , Probenehmer 1054.
Gerlach, Salzgehalt der Kochsalzlösungen 38.
Geserick, Astrakanit 143.
„ , Hartsalz, Analyse 141.
Girard, Seesalz 609.
„ , Verdunstung des Meerwassers 104.
Girardin, Löslichkeit von Salz in Weingeist 26.
Glenck, v., Reinigung der Soole 1059.
„ , Salinen 268, 313, 372.
Goddin, Salzgewinnung 886.
Goebel, Salz in Seen 20.
Goldstein, Kathodenstrahlen 26.
Gorgeu, Salzlagerbildung 167.
Gorgo, Emilio, rotirender Ofen 929.
Greenshilds, mehrfache Verwendung des Dampfes 894.
Gribassowy, Salzgewinnung in Sibirien 292.
Grillo, G., Reduktionstafel 538.
„ , W., Bohrungen 114.
Groth, Astrakanit 143.
Grüneberg, Kaliumindustrie 106.
Gruner, Salz in Togo 303.
Grüner, Wärmeverbrauch bei der Siedung 777.
Güntner, Berechnung der Sonnenwärme 927.
Gutton, Krückvorrichtung 837.

H.

Hahn, Salinen im Saginawthal 622.
„ , Salzhaut 89.
„ , Sonnensalz 100.
Halström, spezif. Gewicht des Wassers. Formel 46.
Hammer u. Davis, Krückvorrichtung 835.
Hammerbacher, Cäsium und Rubidium 984.
Hanel u. Schembe, Mahlgänge 1053.
Harras, Bohrmaschine 421.
Hauer, alpiner Salinenbetrieb 516.
Heine, Analysen von Dornstein 570.
„ , „ „ Mutterlaugensalzen 1000.
Heintz, Stafsfurtit, Analyse 136.
Heise, Bohrmaschine 417, 1057.
Hellmann, Pultöfen 764, 766.
Helmhacker, Analyse d. Meerwassers 9.

Digitized by Google

Helmhacker, Salzseen in Sibirien 290.
Hermite, elektr. Bleichverfahren 329.
Herrmann, Mutterlauge 995.
„ , Verdunstung d. Meerwassers 104.
Heupel, Brikettirung 689.
„ , Halbgasfeuerung 770.
Hirzel, Salzgewinnung 882.
Hoff, van't, Bildungsverhältnisse der Salzlager 199, 1027.
Hübner u. Co., Metallfarben 954.
Hutter, Überwerke 1057.
Hutton, Bildung der Salzlager 165.

J.

Jena u. Winterfeld, Chem. Fabrik 991.
Jeserich, Siderosthen 955.
John, Kalusz 160.
Jump, Rundpfanne 830.

K.

Kant, Bildung der Salzlager 167.
„ , natürliche Soolquellen 69.
Karsten, Bildung der Salzlager 166.
„ , Dichtigkeitsmaximum d. Kochsalzlösungen 47.
„ , Leitungsfähigkeit des Kochsalzes 36.
„ , Löslichkeit von Gyps 90.
„ , „ des Kochsalzes, Formel 30, 31.
„ , Reduktionstafel 10.
„ , Sättigungsgrad, Formel 46.
„ , Salzgehaltstafel 38, 53.
„ , spezif. Gewicht, Formel 46.
„ , „ „ Gewichte, Tafel 58.
„ , Verdunstungsfähigung der Kochsalzlösungen 37, 47.
„ , Wärmecapacität, Formel 45.
„ , Wärmeleitungsvermögen, Formel 45.
Kaufmann, Verdampfungseinrichtung 926, 1060.
Keferstein, Bildung der Salzlager 164.
Kelb, Salzbrikettirung 679, 689.
Kefsler, Verdampfungseinrichtung 891.
King, Salz in Seen 19.
Kloos, Kaliumsalze in Hannover 123, 151.
Knoop, Verdampfungseinrichtung 920.
Koenen, v., Salzlager in Hannover 151.
Kolff u. Vis, Salzsiedung 922, 1061.
Köppe, Salz als Nahrungsmittel 4.
Köppen, Verdampfungseinrichtung 875.
Kosmann, borsaure Salze 137.
„ , Salzgewinnung 927.
Kost u. Geifsler, Mischtrommel 1053.
Krafft, Kochsalz in gesättigter Lösung 38.
Kraus u. Debo, Stufenmühle 445.
Kraut, Salz in der Elbe 16.
„ , Salzgeschmack 81.
„ , Flufswasseruntersuchungen 984.
Kreutz, blaues Steinsalz 26.
Krug von Nidda, Kaliumindustrie 106, 990.
Krusch, Lagerstätten Rufslands 272.
Künnemann, Chlormagnesium im Wasser 82.
Kuntze, Bildung der Salzlager 169.
Kussin, Soole von Hallein 513.

L.

Laband, Salzrecht in Reufs jüng. Linie 313.
La Conte, Salzablagerung von Rhodes Marsh 19.
Lamprecht, Salzwerke in Siebenbürgen 262.
Landolt, Chlormagnesium im Wasser 82.
Lang, Salzlagerbildung 1027.
Langen, Etagenrost 763.
Langsdorf, Sooltafel 37.
Lawton u. Dodge, Salzschmelzung 454.
Lebedintzeff, Karabugas 183.
Leblanc, Potasche 989.
Legrand, Siedepunkt der Kochsalzlösungen 46.
Leifsler u. Townsend, Kaliumindustrie 990.
Lenz, Holzleder zur Verpackung 687, 702.
Léon, Salz im Meere 12.
Liebermann, Wirkung von Kohlensäure auf Salze 80.
Lindemann u. Co., Kaliumindustrie 990.
Lindig, Siedehaus in Schönebeck, Rundpfannen 833.
Lisbeth, Handbohrmaschine 407.
Löfafs, Kaliumindustrie 990.
Lossen, Chem. Fabrik 991.
Lücke, Chem. Fabrik 991.

M.

Margueritte, Wirkung von Salzsäure auf Kochsalzlösungen 78.
Martins, Temperatur der Soolquellen 72.
Mayer, Brikettpresse 679.
Mentzel, Trommeltrocknung 853.
Merle, Mutterlaugensalze 995, 998.
Mertens, Hygroskopie des Kochsalzes 701.
Meth, Matthäus, Gradirung 551.
Meyer, Sooltafel 37.
Meyerhoffer u. van't Hoff, Bildungsverhältnisse der Salzlager 1027.
Michel, Kochsalz in gesättigter Lösung 38.
Miller, Gasfeuerung 775.

Digitized by Google

Mitscherlich, Chlornatriumhydrat 78.
Mitzopulos, Salz in Griechenland 597.
Modelhaupt, Aräometer 539.
Mohr, Anhydritbildung 182.
„ , Bockenheim, Wermutkrautpulverfabrik 348.
„ -Westphal, hydrostatische Wage 541.
Monsanto, Soolreinigung 635.
Monseu, Formation des Donetzbeckens 272.
Morlot, Salzlagerbildung 167.
Mörth, Planrost 759, 776.
„ , Pultfeuerung 764.
Moysisovics, alpines Salzgebirge 251.
Mügge, Salz in der Luft 14.
Mühlmann, Gröfse der Herdzüge 737.
Müller, Wirkung von Kohlensäure auf Salz 79.
„ , F. J., Brikettpresse 679.
„ , Fr., Kaliumindustrie 990.
„ u. Mann, Mannocitin 954.
Muspratt, Kaliumsalze 959.

N.

Naupert, Carnallit 134.
Neimke, Verdampfungskessel 818.
Nettekoven, Bohrungen 110.
Nichols, Salzgeschmack 81.
Niedzwiedzki, Kalusz 159.
Nöggerath, Herdzüge 736, 739.
„ , Lage der Roste 756.
Nöller, Ilversgehofen, Wermutkrautpulverfabrik 348.

O.

Ochsenius, Entstehung der Salzlager 171, 188.
„ , Herkunft der Soolquellen 70.
„ , Kaliumsalzlager 123, 157.

P.

Pappenheim, Chlorcalcium im Wasser 82.
Parrot, Eisgradirung 588.
Pechiney u. Co., Meersalinen 269, 995.
Peek, Verdampfungseinrichtung 893.
Penck, Salzlagerbildung 170.
Perré, Sohn, Heizröhren 894.
Petzholdt, Salzlagerbildung 167.
Pfaff, Salz in Gesteinen 8.
Pfeifer, Trockenanlagen 651.
„ , Wasserverdunstung 653.
Pfeiffer, Chlormagnesium im Wasser 83.
„ , Hartsalz, Analyse 141.
„ , Kaliumsalze 958.
Pflug, Platinfarben 954.
Piccard, Apparat, Schabevorrichtung 845.
Piccard-Weibel, Apparat, Betriebskosten 912.
„ „ , Verdampfungseinrichtung 901.
Pick, Verdampfungseinrichtung 925, 1060.
Plattner, Goldabscheidung 326.
Plentzner, v., Vernietung 726.
Poggiale, Löslichkeit des Kochsalzes 30.
Pohl, Abdampfpfanne 871.
Porion, Abdampfofen 997.
Posch, Brikettirung 689.
„ , Pultöfen 764.
Precht, Carnallit 134.
„ , Chem. Fabrik 991.
„ , Kaliumsalzlager, sekundäre Salze 1027.
„ , Langbeinit 142.
„ , Untersuchung von Kainit 1020.
„ , „ „ Potasche 1020.
„ , Verarbeitung von Kainit 985.
Prietze, Stafsfurter Lager 104.
Przetocki, Dörrkanäle 677.
Pütsch, Verdampfungseinrichtung 915.

R.

Rammelsberg, chem. Analyse der Salze 1005.
„ , Kainit 139.
„ , Kaliumindustrie 989.
Ratschett, Bohrmaschine 411.
Raupenstrauch, Löslichkeit des Kochsalzes 25.
Regnault, spezif. Wärme des Kochsalzes 36, 778.
Reichardt, Gase im Steinsalz 146.
„ , Kaliumindustrie 990.
„ , Stafsfurter Lager 131.
Reinecken, Kippgefäfse 531.
Reinsch, Wirkung von Salzsäure auf Kochsalzlösungen 78.
Reska, Bohrmaschine 110.
„ , Schrämmaschine 399.
Retgers, spezif. Gewicht von Chlornatrium 1026.
Richard, Bohrmaschine 418.
Richthofen, v., Salzlagerbildung 170.
Riebeck, Kaliumindustrie 108.
Riedler, Expreſspumpen 1052.
Rietschel, Wasseraufnahme der Luft 651.
Rimpau, Moorkulturen 342.
Rittinger, Verdampfung 889.
„ , mehrfache Verwendung des Dampfes 894, 897.
Rochelt, Kalusz 160.
Rogers, Gypsbildung 167.
Roithberg, Wässerung der Sinkwerke 501.
Rollmann, Dreiflächengradirung 558.

Digitized by Google

Rollmann, Kubizirung 528.
Rose, chem. Analyse der Salze 1005.
„ , Kaliumindustrie 989.
„ , Salz in Seen 20.
„ , Salzlagerbildung 166.
Rosenzweig u. Baumann, Ferronat 955.
Roth, Analysen des Meerwassers 9.
„ , „ von Salzseewasser 19, 20, 21.
„ , „ „ Soolen, Tafel 74.
Röttger, analytische Untersuchung von Potasche 1020.
Rozet, Salzlagerbildung 165.
Rubner, Salz in der Saale 16.
„ , Salzgeschmack 81.
Rücker, Kalusz 160.
Russeger, Salzlagerbildung 165.

S.

Sauer, Bohrungen 115.
Sauerbrey, Darrapparat 969.
„ , Dissipator 442.
„ , Mühlenanlage 447.
Sauvage, Salzpfannen 804.
Schäffer und Budenberg:
Abdampfvorrichtung 844, 899.
Grobsalzvakuumpfanne 882, 912.
Linsenheizvorrichtung 844.
Schabevorrichtung 844.
Schafhäutl, Bildung der Salzlager 165, 167.
„ , Zersetzung von Kochsalz 101.
Schedl, Werksveröffnung 1057.
Schenk, Bildung der Salzlager 170.
Schernthanner, Schachtwerksbetrieb 511.
Scheuch, Ahl, Wermutkrautpulverfabrik 348.
Schiff, Löslichkeit des Kochsalzes in Weingeist 26.
Schliemann u. Co., elastische Anstrichmasse 958.
Schlönbach, Sooltafel 37.
„ , Soolwage 535.
Schmalz, Schönebeck, Wermutkrautpulverfabrik 348.
Schmidt, Analysen des Meerwassers 10.
„ , blaues Steinsalz 26.
„ , hölzerne Pfanne 801.
„ , Salz in Seen 21.
„ , Kranz u. Co., elektr. Haspel 433.
Schmidtmann 109, 127.
Schönaich-Carolath, Lecksteinbereitung 455.
Schraml, Verdämmungsmaterial 1058.
Schröcker, Spitzpfanne mit Austragevorrichtung 841.
Schulte, Rostbildung 951.
Schultz-Lupitz, Moorkulturen 342.
Schulz, Wirkung von Kohlensäure auf Salz 79.
„ , Abkühlung d. Flammrohre 820.
Schütz u. Hertel, Filterpresse 974.
Schuwaloff, Saline 767.
Schwind, v., Mefstrog 529.
„ , Sinkwerke 495.
Seidel, Salz in Togo 303.
Shaw, Gase im Steinsalz 28.
Shedlock, William, Rundpfannen 833.
Siebel u. Söhne, Chem. Fabrik 990.
Siemens u. Halske, Bohrmaschinen 421.
Simmersbach, Cementpfannen 732.
„ , Feuergewölbe 755.
„ , Gasfeuerung 775.
„ , Pfannenanlage 722.
Simon, Metallfarben 954.
„ , Rostbildung 946, 951.
„ , Rostschutz 956.
Simony, Haselgebirge 249.
Solvay u. Co., Nancy, Saline 269.
„ , Ernst, Bohrungen 114.
Sorgo, Aufsiedeverfahren 1057.
Spennrath, Rostbildung 951.
Speyerer, Dismembrator 444.
„ , Mühlenanlage 450.
Sponfelder, Pultöfen 764.
Staněk u. Reska, Bohrmaschine 410.
Stapf, Mefstrog 526.
Staute, Krugit 149.
Steenaerts, Bohrmaschine 416.
Steinbeck, Stafsfurter Lager 130.
Stohmann, Salzanalyse 1021.
Stow, biegsame Welle 422.
Strohbach, Bohrungen 115.
Strombeck, v., Kaliumsalze 113.
Strömer, Verdampfungsapparat 874.
Struve, Salz in Gesteinen 8.

T.

Tangye Brothers, Lochmaschine 725.
Tedesko, A., Austragevorrichtung 844.
Terp, Bohrungen 110.
Terreil, Salz im Toten Meer 18.
Thelen, Austragevorrichtung 842.
„ , Trockeneinrichtung 967.
Thiemann u. Förster, Chem. Fabrik 991.
Thiefs, Salzgewinnung in Sibirien 290.
Thomas, Bohrmaschine 417.
Thompson, Röhrenpfannen 804.
Thörl u. Heidtmann, Kaliumindustrie 990.
Thost, emaillirte Krücken 953.
„ , Schrägrost 759.
„ , Treppenrost 763, 764.
Thumann, Bohrungen 115, 379.
Tietze, Kalusz 159.
Toula, Salz im Meere 10.
Townsend u. Leisler, Kaliumindustrie 990.

Digitized by Google

Trautz, Bohrmaschine 420.
Tristan da Cunha, Salz im Meere 11.
Trüstedt, Soolbad Elmen 336.

U.

Ulrich, Bohrmaschine 414.
Unger, Löslichkeit des Kochsalzes, Formel 30.
Usiglio, Mutterlauge 994.
„ , Versuche 104, 175.

V.

Valentin, Salzgeschmack 81.
Vincent, Salzblöcke 665.
Vogl, Austragevorrichtung 841.
„ , Spitzpfanne 841.
„ , Verdampfungseinrichtung 918.
Vorster u. Grünberg, Kaliumindustrie 990.
„ „ „ , Verarbeit. von Kainit 985.

W.

Wagner, Düngerlehre 345.
„ , Löslichkeit des Kochsalzes in Weingeist 26.
„ , Salzlösungen, Wirkung auf Eisen 948.
Waitz von Eschen, Gradirung 551.
Walther, Dr. J., Abrosten von Nietköpfen 952.
„ , Prof. J., Wüstensalz 169.
Wapler, Gasfeuerung 775.
Warth, Dampfpfannen 800.
„ , Gyps in Kochsalzlösung 1026.
Wayfs u. Co., Monierplatten 750.
Weibel-Piccard, Siedeprozefs 902.
Well, Verdampfungseinrichtung 923.
Wendschuh, Schutzmasken 446.
Wermbter, Salzlager in Hannover 151.
Werner, Salzlagerbildung 167.
Werotte, Siedeeinrichtung 870.
Wiedemann, blaues Steinsalz 26.
Wiernik, Chlormagnesium 73, 139, 1007.
Wilson, Austragevorrichtung 846.
Winklehner, Salz in Arabien 605.
„ , „ „ Persien 294.
Wolf, Auslaugung v. Kaliumsalzlagern 1052.
Wünsche, schwefelsaures Kalium 987.
Wüstenhagen u. Co., Fertigverdampfer 972.

Z.

Zabel, Verdampfungskessel 845.
Zappert, hölzerne Pfanne 801.
Ziervogel u. Tuchen, Kaliumindustrie 990.
Zimmer u. Co., Kaliumindustrie 990.
„ „ Gottstein, Siderosthen 955.

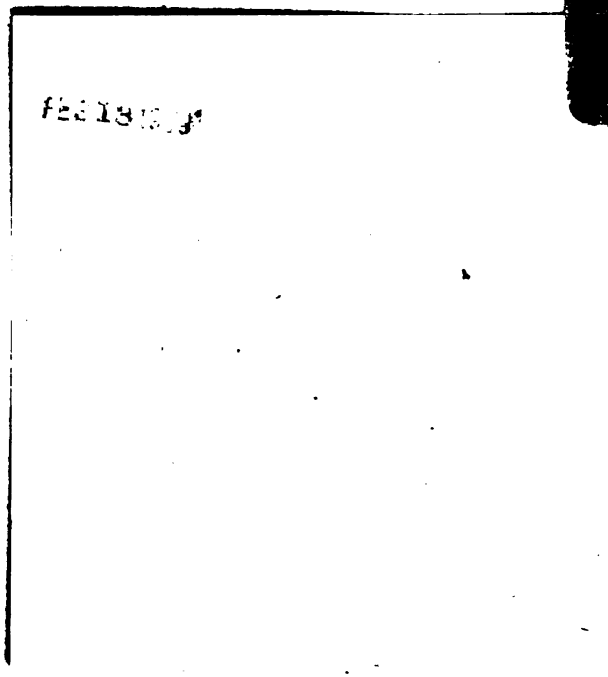
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Chem 8999.00.3
Salzbergbau-und salinenkunde
Cabot Science
3 2044 091 865

Digitized by Google